

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

06.11.98

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

REC'D 29 DEC 1998

WIPO PC:

出 願 年 月 日
Date of Application:

1998年 8月18日

出 願 番 号
Application Number:

平成10年特許願第232123号

出 願 人
Applicant (s):

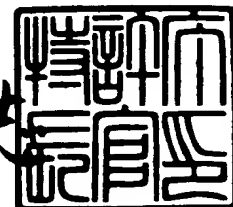
日本碍子株式会社

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1998年12月11日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

山 佐 建 志



出証番号 出証特平10-3098416

【書類名】	特許願
【整理番号】	PCK13423GA
【提出日】	平成10年 8月18日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H01L 41/09
【発明の名称】	表示装置及び表示装置の製造方法
【請求項の数】	28
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
【氏名】	武内 幸久
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
【氏名】	七瀧 努
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
【氏名】	下河 夏己
【発明者】	
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
【氏名】	赤尾 隆嘉
【特許出願人】	
【識別番号】	000004064
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号
【氏名又は名称】	日本碍子株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100077665

【弁理士】

【氏名又は名称】 千葉 剛宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100077805

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 辰彦

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成 9年特許願第304625号

【出願日】 平成 9年11月 6日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001834

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】

表示装置及び表示装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光が導入される光導波板と、

該光導波板の一方の板面に対向して設けられ、かつ多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板と、

前記アクチュエータ基板の各アクチュエータ部上に形成された画素構成体と、

前記光導波板と前記アクチュエータ基板との間において、前記画素構成体以外の部分に形成された棧とを有することを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の表示装置において、

前記アクチュエータ部は、形状保持層と、該形状保持層に形成された少なくとも一对の電極とを有する作動部と、該作動部を支持する振動部と、該振動部を振動可能に支持する固定部とを有することを特徴とする表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の表示装置において、

前記棧は前記光導波板に固着されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 記載の表示装置において、

前記光導波板と棧との間にギャップ形成層が設けられていることを特徴とする表示装置。

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の表示装置において、

前記棧は、各画素構成体の四方に形成されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 6】

請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の表示装置において、

前記棧は、少なくとも 1 つの画素構成体を囲む窓部を有することを特徴とする

表示装置。

【請求項 7】

請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の表示装置において、
前記画素構成体の表面に凹部が形成されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 8】

請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の表示装置において、
前記画素構成体の表面に段差が形成されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 9】

請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の表示装置において、
前記画素構成体の表面が凹形状であることを特徴とする表示装置。

【請求項 10】

多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板のうち、前記アクチュエータ部以外の箇所に複数の栈を形成する栈形成工程と、
前記アクチュエータ基板の各アクチュエータ部上に画素構成体を形成する画素形成工程と、

少なくとも前記画素構成体が硬化していない状態で光導波板を貼り付け加圧した後、少なくとも前記画素構成体を硬化させる加圧工程とを有することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 11】

光導波板のうち、多数の画素に対応した箇所以外の箇所に複数の栈を形成する栈形成工程と、

光導波板のうち、多数の画素に対応した箇所に画素構成体を形成する画素形成工程と、

多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板を前記栈及び画素構成体上に貼り付け、前記光導波板とアクチュエータ基板とを互いに接近する方向に加圧させる加圧工程とを有することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 12】

請求項 10 又は 11 記載の表示装置の製造方法において、

前記加圧工程は、前記光導波板とアクチュエータ基板とを加圧した状態で、少なくとも前記画素構成体を硬化させることを含むことを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 13】

請求項 10～12 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、

前記光導波板は、前記栈と対応する箇所にギャップ形成層を有することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 14】

請求項 10 又は 13 記載の表示装置の製造方法において、

前記光導波板とアクチュエータ基板との加圧の際に、ギャップ形成のための前処理を行い、その後の少なくとも前記画素構成体の硬化において、前記画素構成体と前記光導波板との間に所定のギャップを形成することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 15】

請求項 10～14 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、

前記光導波板とアクチュエータ基板との加圧に真空包装法を用いることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 16】

請求項 10～14 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、

前記光導波板とアクチュエータ基板との加圧に低圧プレス法を用いることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 17】

多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板のうち、前記アクチュエータ部以外の箇所に複数の栈を形成する栈形成工程と、

前記アクチュエータ基板の各アクチュエータ部上に画素構成体を形成する画素形成工程と、

少なくとも前記画素構成体が硬化していない状態で板材を貼り付ける第 1 の貼付け工程と、

前記アクチュエータ基板と板材とを互いに接近する方向に加圧した後、少なく

とも前記画素構成体を硬化させる加圧工程と、

前記板材を除去する板材除去工程と、

少なくとも前記積上に光導波板を貼り付ける第2の貼付け工程とを有することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項18】

板材のうち、多数の画素に対応した箇所以外の箇所に複数の積を形成する積形成工程と、

板材のうち、多数の画素に対応した箇所に画素構成体を形成する画素形成工程と、

多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板を前記積及び画素構成体上に貼り付ける第1の貼付け工程と、

前記板材とアクチュエータ基板とを互いに接近する方向に加圧する加圧工程と、

前記板材を除去する板材除去工程と、

少なくとも前記積上に光導波板を貼り付ける第2の貼付け工程とを有することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項19】

請求項18記載の表示装置の製造方法において、

前記積形成工程は、前記板材の所要箇所に前記積を形成した後、該積を硬化させることを含み、

前記画素形成工程は、前記板材の所要箇所に前記画素構成体を形成した後、該画素構成体を硬化させることを含むことを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項20】

請求項17又は18記載の表示装置の製造方法において、

前記加圧工程は、前記板材とアクチュエータ基板とを加圧した状態で、少なくとも前記画素構成体を硬化させることを含むことを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項21】

請求項17～20のいずれか1項に記載の表示装置の製造方法において、

前記光導波板は、前記栈と対応する箇所にギャップ形成層を有することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 22】

請求項 17～20 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、
前記光導波板を貼り付ける前に、予め前記栈上にギャップ形成層を形成しておくことを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 23】

請求項 17～22 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、
前記板材とアクチュエータ基板との加圧の際に、ギャップ形成のための前処理を行い、その後の少なくとも前記画素構成体の硬化において、前記画素構成体と前記板材との間に所定のギャップを形成することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 24】

請求項 17～23 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、
前記板材とアクチュエータ基板との加圧に真空包装法を用いることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 25】

請求項 17～23 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、
前記板材とアクチュエータ基板との加圧に低圧プレス法を用いることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 26】

請求項 17～25 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、
前記板材として、前記画素構成体に対応する箇所にそれぞれ凸部を有するものを使用し、

前記板材とアクチュエータ基板との加圧時に、前記画素構成体の表面に前記凸部に応じた凹部を形成することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 27】

請求項 17～26 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、
前記板材として、前記画素構成体に対応する箇所にそれぞれ凸部を有するもの

を使用し、

前記板材とアクチュエータ基板との加圧時に、前記画素構成体の表面に前記凸部に応じた段差を形成することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 28】

請求項 17～27 のいずれか 1 項に記載の表示装置の製造方法において、
前記板材として、前記画素構成体に対応する箇所にそれぞれ凸形状が形成されたものを使用し、

前記板材とアクチュエータ基板との加圧時に、前記画素構成体の表面に前記凸形状に応じた凹形状を形成することを特徴とする表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、消費電力が小さく、画面輝度の大きな表示装置に関し、特に、入力される画像信号の属性に応じて光導波板に対するアクチュエータ部の接触・離隔方向の変位動作を制御して、光導波板の所定部位の漏れ光を制御することにより、光導波板に画像信号に応じた映像を表示させる表示装置の改良及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から、表示装置として、陰極線管（CRT）や液晶表示装置等の表示装置が知られている。

【0003】

陰極線管としては、通常のテレビジョン受像機やコンピュータ用のモニタ装置等が知られているが、画面は明るいものの、消費電力が大きく、また、画面の大きさに比較して表示装置全体の奥行きが大きくなるという問題がある。

【0004】

一方、液晶表示装置は、装置全体を小型化でき、消費電力が少ないという利点があるものの、画面の輝度が劣り、画面視野角度が狭いという問題がある。

【0005】

更にこれら陰極線管や液晶表示装置においては、カラー画面にする場合、画素数を白黒画面の3倍にしなければならず、このため、装置自体が複雑になり、消費電力がかさみ、コストアップが避けられないという問題もあった。

【0006】

そこで、本出願人は、前記問題を解決するべく、新規な表示装置を提案した（例えば、特開平7-287176号公報参照）。この表示装置は、図36に示すように、画素毎に配列されたアクチュエータ部400を有し、各アクチュエータ部400は、圧電／電歪層402と該圧電／電歪層402の上面及び下面にそれぞれ形成された上部電極404と下部電極406とを具備したアクチュエータ部本体408と、該アクチュエータ部本体408の下部に配設された振動部410と固定部412からなるアクチュエータ基板414とを有して構成されている。アクチュエータ部本体408の下部電極406は振動部410と接触しており、該振動部410により前記アクチュエータ部本体408が支持されている。

【0007】

前記アクチュエータ基板414は、振動部410及び固定部412が一体となってセラミックスから構成され、更に、アクチュエータ基板414には、前記振動部410が薄肉になるように凹部416が形成されている。

【0008】

また、アクチュエータ部本体408の上部電極404には、光導波板418との接触面積を所定の大きさにするための変位伝達部420が接続されている。図36の例では、前記変位伝達部420は、アクチュエータ部400が静止しているオフ選択状態あるいは非選択状態において、光導波板418に近接して配置され、オン選択状態において前記光導波板418に光の波長以下の距離で接触するように配置されている。

【0009】

そして、前記光導波板418の例えば端部から光422を導入する。この場合、光導波板418の屈折率の大きさを調節することにより、全ての光422が光導波板418の前面及び背面において透過することなく内部で全反射する。この状態で、前記上部電極404及び下部電極406を通してアクチュエータ部40

0に画像信号の属性に応じた電圧信号を選択的に印加して、該アクチュエータ部400にオン選択、オフ選択及び非選択の各種変位動作を行わせることにより、前記変位伝達部420の光導波板418への接触・離隔が制御され、これにより、前記光導波板418の所定部位の散乱光（漏れ光）424が制御されて、光導波板418に画像信号に応じた映像の表示がなされる。

【0010】

そして、この表示装置でカラー表示を行う場合は、例えば三原色の光源を切り替えて、光導波板と変位伝達板との接触時間を発色させる周期に同期させて、三原色の発光時間を制御する、あるいは、三原色の発光時間を発色させる周期に同期させて、光導波板と変位伝達板との接触時間を制御するようにしている。

【0011】

そのため、この提案例に係る表示装置においては、カラー表示方式に適用させる場合であっても、画素数を白黒画面の場合に比して増加させる必要がないという利点がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前記提案例に係る表示装置の構成を改良して以下に示す効果を奏する表示装置及びその製造方法を提供することを目的とする。

- (1) 光導波板と画素構成体とのクリアランス（ギャップ）を容易に形成でき、かつ、全画素にわたって均一に形成することができる。
- (2) 前記ギャップの大きさを容易に制御することができる。
- (3) 光導波板への画素構成体の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。
- (4) 所定の画素構成体が光導波板に接触した際に、当該画素構成体に光が効率よく導入されるように、画素構成体の接触面（光導波板との接触面）を平滑に形成することができる。
- (5) 画素の応答速度を確保することができる。
- (6) 全画素にわたって均一な輝度を得ることができる。
- (7) 画素の輝度を向上させることができる。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る表示装置は、光が導入される光導波板と、該光導波板の一方の板面に対向して設けられ、かつ多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板と、前記アクチュエータ基板の各アクチュエータ部上に形成された画素構成体と、前記光導波板と前記アクチュエータ基板との間において、前記画素構成体以外の部分に形成された栈とを設けて構成する。

【0014】

これにより、光導波板の例えば端部から導入される光は、光導波板の屈折率の大きさを調節することにより、全ての光が光導波板の前面及び背面において透過することなく内部で全反射する。この状態において、アクチュエータ部の変位動作によって、画素構成体が光導波板側に接近すると、それまで全反射していた光は、画素構成体で反射し、散乱光となる。この散乱光は、その一部は再度光導波板の中で反射するが、散乱光の大部分は光導波板で反射されることなく、光導波板の前面を透過することになる。

【0015】

前記の例ではアクチュエータ部の変位動作によって、画素構成体が光導波板に接近する方向に変位する場合を示したが、その他、アクチュエータ部の変位動作によって、画素構成体が光導波板から離反する方向に変位する場合でも同様に適用させることができる。

【0016】

このように、光導波板の背面にある画素構成体の光導波板への接近、離反により、光導波板の前面における光の発光（漏れ光）の有無を制御することができる。この場合、光導波板に対して画素構成体を接近、離隔方向に変位動作させる1つの単位を例えば1画素として考えれば、この画素を多数マトリクス状に配列し、入力される画像信号の属性に応じて各画素での変位動作を制御することにより、陰極線管や液晶表示装置と同様に、光導波板の前面に画像信号に応じた映像（文字や図形等）を表示させることができる。

【0017】

カラー表示方式に適用させる場合は、画素構成体に配される着色層（例えば三原色フィルタや補色フィルタ、あるいは有色散乱体等）の配色などの関係によって、例えば互いに隣接する3つの画素構成体（RGB配列）や互いに隣接する4つの画素構成体（市松配列等）にて1つの画素を構成させるようにすればよい。

【0018】

そして、この発明に係る表示装置は、前記光導波板と前記アクチュエータ基板との間において、前記画素構成体以外の部分に栈を形成するようにしている。

【0019】

栈を設けずに、光導波板とアクチュエータ基板とを画面の周縁だけで固定した場合においては、アクチュエータ部の動きでアクチュエータ基板に振動が生じ、そのたびに変位の基準が変化し、画素のオン/オフ動作とアクチュエータ部の変位とが対応しなくなる場合が生じる。

【0020】

しかし、本発明においては、上述のように栈を設けるようにしているため、あるアクチュエータ部が変位動作したとしても、その振動は、栈によって吸収され、変位の基準が変化するなどの不都合は生じなくなる。

【0021】

また、画素構成体の周りに形成された複数の栈の光導波板に対する支持によって、画素構成体と光導波板との間のギャップを全画素にわたって均一にすることが容易になる。しかも、栈の高さを任意に変更することによって、前記ギャップの大きさを容易に制御することができる。その結果、全画素にわたって均一な輝度を得ることができる。

【0022】

そして、前記構成において、前記アクチュエータ部を、形状保持層と、該形状保持層に形成された少なくとも一对の電極とを有する作動部と、該作動部を支持する振動部と、該振動部を振動可能に支持する固定部とを有して構成するようにしてもよい。

【0023】

ここで、形状保持層を有するアクチュエータ部とは、同じ電圧レベルにおいて

、2つ乃至それ以上の変位状態を少なくとも有するアクチュエータ部を指す。また、形状保持層を有するアクチュエータ部の特徴は以下の通りである。

(1) オフ状態からオン状態へのしきい値特性が形状保持層が存在しない場合と比して急峻になるため、電圧の振れ幅を狭くでき、回路側の負担を軽減することができる。

(2) オン状態及びオフ状態の差が明確になり、コントラストの向上につながる。

(3) しきい値のばらつきが小さくなり、電圧の設定範囲に余裕が生まれる。なお、アクチュエータ部としては、制御の容易性から、例えば上向きに変位するアクチュエータ部（電圧無負荷で離隔状態、電圧印加時に接触するもの）であることが望ましい。特に、表面に一对の電極をもつ構造であることが望ましい。

(4) 前記形状保持層としては、例えば圧電／電歪層や反強誘電体層が好ましく用いられる。

【0024】

また、前記構成において、前記栈を前記光導波板に固着させるようにしてもよいし、前記光導波板と栈との間にギャップ形成層を設けるようにしてもよい。このギャップ形成層を設けた場合においては、画素構成体と光導波板との間のギャップを全画素にわたって均一にすることが更に容易になり、前記ギャップの大きさも容易に制御することが可能となる。

【0025】

ギャップ形成層の構成材料としては、例えば金属膜や、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を含んだ膜、光散乱性の低い透明な膜等が挙げられる。これにより、ギャップ形成層がブラックマトリクスとしての機能を併せ持つことができる。中でも、Cr、Al、Ni、Ag等の金属膜をギャップ形成層として使うと、光の吸収が小さいため、光導波板を伝搬する光の減衰、散乱を抑制することができる、特に好ましく用いられる。

【0026】

また、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を含んだ膜をギャップ形成層として使うと、光の吸収性がよく、コントラストを向上させることができる。また、光

散乱性の低い透明な膜をギャップ形成層として使うと、光吸収性の良好な接着剤（あるいは黒染料や黒顔料を添加して光吸収性を高めた接着剤）と組み合わせることで、光散乱を抑え、コントラストを高めることができる。

【0027】

また、ギャップ形成層の寸法としては、例えば、アクチュエータ部が光導波板側に凸に変位する場合を例にとると、ギャップ量の小さい限界（最小値）は、画素のオフ時にエバネッセント効果による光の漏れが無視できる程度に設定され、ギャップ量の大きな限界（最大値）は、アクチュエータ部の変位によって、画素構成体が光導波板に接触できる範囲で設定される。従って、ギャップ形成層の厚みは、前記ギャップ量が前記範囲に形成されるように調整されることとなる。但し、画素構成体と栈との高さの差は、表示装置の各種実施例に応じて制御可能であり、それに応じてギャップ形成層の厚みを最適化させるとよい。

【0028】

そして、前記構成において、前記栈を各画素構成体の四方に形成するようにしてもよい。ここで、画素構成体の四方とは、例えば画素構成体が平面ほぼ矩形あるいは楕円であれば、各コーナー部に対応した位置などが挙げられ、1つの栈が隣接する画素構成体と共有される形態を指す。この場合、画素構成体単位に4つの栈が形成されたかたちとなるため、あるアクチュエータ部の変位動作による振動が有効に吸収され、他のアクチュエータ部の変位動作に影響を与えることがほとんど皆無となる。その結果、すべての画素におけるオン動作／オフ動作と変位との対応関係が良好となり、入力される画像信号に応じた映像を忠実に表示させることが可能となる。また、アクチュエータ基板と光導波板との固着も強固なものとなる。

【0029】

前記栈を少なくとも1つの画素構成体を囲む窓部を有するように構成してもよい。代表的な構成例としては、例えば、栈自体を板状に形成し、更に画素構成体に対応した位置に窓部（開口）を形成する。これによって、画素構成体の側面全部が栈によって囲まれたかたちになり、アクチュエータ基板と光導波板との固着が更に強固なものとなる。しかも、あるアクチュエータ部の変位動作による振動

が他のアクチュエータ部の変位動作に影響を与えることが皆無となる。

【0030】

また、前記構成において、前記画素構成体の表面に凹部を形成するようにしてもよい。この場合、画素構成体の光導波板に対向する面積に応じて凹部の形成個数あるいは大きさを規定することによって、各画素構成体における光導波板に対する接触面積をほとんど同じにすることが可能となり、全画素にわたって均一な輝度を得ることができる。また、凹部の存在によって、画素構成体と光導波板との密着性が緩和され、画素構成体の光導波板からの離反がスムーズに行われることになる。その結果、光導波板への画素構成体の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。

【0031】

また、前記構成において、前記画素構成体の表面に段差を形成するようにしてもよい。この場合、画素構成体に段差を設けることで、画素構成体が光導波板に接触する部分の面積を全画素において一定にすることができ、全画素にわたって均一な輝度を得ることができる。また、段差の存在によって、画素構成体と光導波板との密着性が緩和されるため、光導波板への画素構成体の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。

【0032】

また、前記構成において、前記画素構成体の表面を凹形状にしてもよい。アクチュエータ部が変位する際、画素構成体の中央部分が最も変位量が多い傾向をもつ。そのため、画素構成体の表面を凹形状にして該画素構成体の中央部分を凹ませることで、アクチュエータ部が変位して画素構成体が光導波板に接触する際に、画素構成体の表面が平坦に近くなり、画素構成体の光導波板に対する接触面積を大きくすることができる。

【0033】

凹形状の湾曲の深さを大きくすると、画素構成体が光導波板に接触した際に、画素構成体の中央部分が光導波板に着かない状態となり、擬似的に画素構成体の表面に凹部が形成された状態となる。そのため、画素構成体と光導波板との密着性が緩和され、画素構成体の光導波板からの離反がスムーズに行われることにな

る。その結果、光導波板への画素構成体の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。

【0034】

なお、前記画素構成体の表面に凹部を形成する構成、前記画素構成体の表面に段差を形成する構成並びに前記画素構成体の表面を凹形状にする構成をそれぞれ単独で実現させるようにしてもよいし、任意に組み合わせるようにしてもよい。組み合わせることで、それぞれの構成による相乗効果を得ることができる。

【0035】

次に、本発明に係る表示装置の製造方法は、多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板のうち、前記アクチュエータ部以外の箇所に複数の栈を形成する栈形成工程と、前記アクチュエータ基板の各アクチュエータ部上に画素構成体を形成する画素形成工程と、少なくとも前記画素構成体が硬化していない状態で光導波板を貼り付け加圧した後、少なくとも前記画素構成体を硬化させる加圧工程とを有することを特徴とする。

【0036】

ここで、画素構成体が硬化していない状態とは、画素構成体が複数の積層膜で構成（多層構造）されている場合においては、全部の積層膜が硬化していない状態や一部の膜が硬化していない状態を含む。

【0037】

本発明においては、少なくとも画素構成体が硬化していない状態で光導波板を貼り付け加圧するようにしているため、加圧の際に、光導波板が栈と画素構成体とをアクチュエータ基板側に押し付けるかたちになり、少なくとも前記画素構成体を硬化させた際に栈の上面と画素構成体の上面とがほぼ同一面となる。

【0038】

この場合、自然状態で画素構成体が光導波板に接触する形態となるため、アクチュエータ部の変位動作として、画素構成体が光導波板から離反する方向に変位する場合に適用させることができる。

【0039】

その他、栈と画素構成体との硬化時に画素構成体と光導波板との間にギャップ

を形成させるようにしてもよい。具体的には、例えば、光導波板を貼り付け加圧する際に、画素構成体を加熱して膨張させたり、アクチュエータ部を変位させて画素構成体を光導波板に接触させるようにしておけばよい。その後の栈と画素構成体の硬化時に、画素構成体が収縮してあるいはアクチュエータ部の変位リセット（復元）によって画素構成体と光導波板との間に一定のギャップが形成されることになる。

【0040】

また、本発明に係る表示装置の製造方法は、光導波板のうち、多数の画素に対応した箇所以外の箇所に複数の栈を形成する栈形成工程と、光導波板のうち、多数の画素に対応した箇所に画素構成体を形成する画素形成工程と、多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板を前記栈及び画素構成体上に貼り付け、前記光導波板とアクチュエータ基板とを互いに接近する方向に加圧させる加圧工程とを有することを特徴とする。

【0041】

この方法は、光導波板に画素構成体と栈を形成して、アクチュエータ基板を貼り付ける方法である。直接光導波板に画素構成体を形成するため、画素の面積（光導波板への接触面積）を規定しやすいという利点があり、全画素にわたって均一な輝度を得ることが容易になる。

【0042】

この場合も、アクチュエータ部が自然状態であるときに画素構成体が光導波板に接触する形態となる場合においては、アクチュエータ部の変位動作として、画素構成体が光導波板から離反する方向に変位する場合に適用させることができる。

【0043】

また、光導波板を貼り付け加圧する際に、画素構成体を加熱して膨張させたり、アクチュエータ部を変位させて画素構成体を光導波板に接触させるようにしておけば、栈と画素構成体との硬化時に画素構成体と光導波板との間にギャップを形成させることができる。

【0044】

上述の製造方法において、前記光導波板を貼り付ける際に、棧は硬化しているか、あるいは一部硬化していることが好ましい。この場合、棧がスペーサとして作用し、アクチュエータ基板と板材との間の距離が規定されることになる。

【0045】

そして、これらの方法の前記加圧工程において、前記光導波板とアクチュエータ基板とを加圧した状態で、少なくとも前記画素構成体を硬化させるようにしてもよい。また、前記光導波板のうち、前記棧と対応する箇所にギャップ形成層を有するようにしてもよい。

【0046】

前記光導波板とアクチュエータ基板との加圧の際に、ギャップ形成のための前処理を行い、その後の少なくとも前記画素構成体の硬化において、前記画素構成体と前記光導波板との間に所定のギャップを形成するようにしてもよい。

【0047】

これは、すでに説明したように、光導波板を貼り付け加圧する際に、画素構成体を加熱して膨張させたり、アクチュエータ部を変位させて画素構成体を光導波板に接触させる方法である。この方法を採用することによって、画素構成体と光導波板との間に一定のギャップを形成することが容易になり、全画素にわたって均一な輝度を得ることが可能となる。

【0048】

特に、前記光導波板とアクチュエータ基板との加圧に真空包装法を用いることが好ましい。即ち、例えばアクチュエータ基板に反りやうねりがあった場合であっても、アクチュエータ基板と光導波板とを均等に加圧することができ、これによって、光導波板とアクチュエータ基板とが互いにならい合うことになるため、すべての画素構成体と光導波板との間に一定のギャップを形成することができる。

【0049】

また、前記光導波板とアクチュエータ基板との加圧に低圧プレス法を用いるようにしてもよい。この場合、アクチュエータ基板に加わる応力が小さくなるため、アクチュエータ部の損傷等を防止することができる。しかも、貼付けによる基

板や光導波板の変形が少なく、残留応力が小さいことから、ギャップの安定性や耐久性を向上させることができる。

【0050】

また、本発明に係る表示装置の製造方法は、多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板のうち、前記アクチュエータ部以外の箇所に複数の栈を形成する栈形成工程と、前記アクチュエータ基板の各アクチュエータ部上に画素構成体を形成する画素形成工程と、少なくとも前記画素構成体が硬化していない状態で板材を貼り付ける第1の貼付け工程と、前記アクチュエータ基板と板材とを互いに接近する方向に加圧した後、少なくとも前記画素構成体を硬化させる加圧工程と、前記板材を除去する板材除去工程と、少なくとも前記栈上に光導波板を貼り付ける第2の貼付け工程とを有することを特徴とする。

【0051】

この方法は、画素構成体と栈が形成されたアクチュエータ基板に一旦板材を貼り付けて、画素構成体と栈の各上面をほぼ同一面にした後に、板材を除去して、光導波板を貼り付けるというものである。

【0052】

アクチュエータ基板に板材を貼り付け加圧した際に、アクチュエータ基板に形成しておいた栈がスペーサとなってアクチュエータ基板と板材との間の距離が規定される。光導波板を貼り付ける際に、栈が硬化している、あるいは一部硬化している場合は、前記規定された距離は、アクチュエータ基板と光導波板との間の距離に相当することになる。

【0053】

また、板材として平滑なものを用いた場合は、画素構成体の表面に板材と同等の平滑な面が形成される。この優れた平滑性は画素発光時の輝度向上に役立つ。

【0054】

アクチュエータ部が自然状態であるときに画素構成体が光導波板に接触する形態となる場合においては、アクチュエータ部の変位動作として、画素構成体が光導波板から離反する方向に変位する場合に適用させることができる。板材には、

離型剤を塗布しておくことが好ましい。

【0055】

また、光導波板を貼り付け加圧する際に、画素構成体を加熱して膨張させたり、アクチュエータ部を変位させて画素構成体を光導波板に接触させるようにしておけば、少なくとも画素構成体の硬化時に画素構成体と光導波板との間にギャップを形成させることができる。

【0056】

前記方法において、アクチュエータ基板への栈の形成後に、栈のみの面出し（栈形成→面出し硬化）をしてもよい。板材を貼り付けた際に、栈が板材に当たらない部分を補償し、アクチュエータ基板のうねりを吸収したかたちで栈の高さを規定することができる。更に、画素構成体の形成の際に、栈の上にも同時に画素構成体を形成して面出しを行うようにしてもよい。この場合も、アクチュエータ基板のうねりを吸収したかたちで栈の高さを規定することができる。

【0057】

また、本発明に係る表示装置の製造方法は、板材のうち、多数の画素に対応した箇所以外の箇所に複数の栈を形成する栈形成工程と、板材のうち、多数の画素に対応した箇所に画素構成体を形成する画素形成工程と、多数の画素に対応した数のアクチュエータ部が配列されたアクチュエータ基板を前記栈及び画素構成体上に貼り付ける第1の貼付け工程と、前記板材とアクチュエータ基板とを互いに接近する方向に加圧する加圧工程と、前記板材を除去する板材除去工程と、少なくとも前記栈上に光導波板を貼り付ける第2の貼付け工程とを有することを特徴とする。

【0058】

この方法は、板材に画素構成体と栈を形成し、それぞれ硬化させた後、あるいは硬化させないで、アクチュエータ基板を貼り付け、その後、板材を除去して、光導波板を貼り付けるというものである。

【0059】

この場合、板材に栈及び画素構成体を形成する前に、板材に例えば離型剤を塗布しておくことが好ましい。画素構成体と栈をスムーズにアクチュエータ基板に

転写させることができる。

【0060】

そして、この発明では、棧及び画素構成体が形成された板材にアクチュエータ基板を貼り付け加圧した際に、板材に形成しておいた棧がスペーサとなってアクチュエータ基板と板材との間の距離が規定されることになる。板材に棧を形成した際に棧を硬化する、あるいは一部硬化するようにすれば、この規定された距離はアクチュエータ基板と光導波板との間の距離に相当することになる。

【0061】

後者の方法の前記棧形成工程において、前記板材の所要箇所に前記棧を形成した後、該棧を硬化させ、前記画素形成工程において、前記板材の所要箇所に前記画素構成体を形成した後、該画素構成体を硬化させるようにしてもよい。

【0062】

また、上述の2つの方法における前記加圧工程において、前記板材とアクチュエータ基板とを加圧した状態で、少なくとも前記画素構成体を硬化させるようにしてもよい。前記光導波板は、前記棧と対応する箇所にギャップ形成層を有するようにしてもよい。

【0063】

そして、これらの方法において、前記光導波板を貼り付ける前に、予め前記棧上にギャップ形成層を形成しておくようにしてもよい。この場合、ギャップ形成層の存在によって、画素構成体と光導波板との間のギャップを全画素にわたって均一にすることが更に容易になり、前記ギャップの大きさも容易に制御することが可能となる。

【0064】

また、これらの方法において、前記板材とアクチュエータ基板との加圧に真空包装法を用いることが好ましい。この場合、例えばアクチュエータ基板にうねりや反りがあった場合であっても、アクチュエータ基板と板材とを均等に加圧することができ、これによって、板材とアクチュエータ基板とが互いにならない合うことになるため、光導波板を貼り付けた際に、すべての画素構成体と光導波板との間に一定のギャップを形成することができる。

【 0 0 6 5 】

ここで、画素構成体の厚みがばらつくと、画素形成後のアクチュエータ部の変位（変位量）が大きくばらつくことになるが、この方法では、画素構成体の厚みが全体にわたって均一に形成されることから、このようなアクチュエータ部の変位（変位量）のばらつきを抑えることができる。

【 0 0 6 6 】

また、画素構成体の厚みにばらつきが生じにくいことから、熱膨張や収縮による画素構成体の変形にばらつきがなくなり、熱を受けた場合でもギャップ量にばらつきが生じにくいという利点がある。

【 0 0 6 7 】

また、これらの方法において、前記板材とアクチュエータ基板との加圧に低圧プレス法を用いるようにしてもよい。この場合、アクチュエータ基板に加わる応力が小さくなるため、アクチュエータ部の損傷等を防止することができる。

【 0 0 6 8 】

また、これらの方法において、前記板材として、前記画素構成体に対応する箇所にそれぞれ凸部を有するものを使用し、前記板材とアクチュエータ基板との加圧時に、前記画素構成体の表面に前記凸部に応じた凹部を形成するようにしてもよい。

【 0 0 6 9 】

また、これらの方法において、前記板材として、前記画素構成体に対応する箇所にそれぞれ凸部を有するものを使用し、前記板材とアクチュエータ基板との加圧時に、前記画素構成体の表面に前記凸部に応じた段差を形成するようにしてもよい。

【 0 0 7 0 】

また、これらの方法において、前記板材として、前記画素構成体に対応する箇所にそれぞれ凸形状が形成されたものを使用し、前記板材とアクチュエータ基板との加圧時に、前記画素構成体の表面に前記凸形状に応じた凹形状を形成するようにしてもよい。

【 0 0 7 1 】

なお、栈及び画素構成体の形成は、膜形成法やセラミックス焼結法を用いて行うようにしてもよい。この膜形成法には、スクリーン印刷、フォトリソグラフィ法、フィルム貼着法、スプレー・ディッピング、塗布等の厚膜形成手法や、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング、CVD、めっき等の薄膜形成手法がある。

【0072】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る表示装置及び表示装置の製造方法のいくつかの実施の形態例を図1～図35Bを参照しながら説明する。

【0073】

第1の実施の形態に係る表示装置Daは、図1に示すように、光源100からの光10が導入される光導波板12と、該光導波板12の背面に対向して設けられ、かつ多数のアクチュエータ部14が画素に対応してマトリクス状あるいは千鳥状に配列された駆動部16を有して構成されている。

【0074】

各アクチュエータ部14上にはそれぞれ画素構成体102が積層されている。画素構成体102は、光導波板12との接触面積を大きくして画素に応じた面積にする機能を有する。

【0075】

駆動部16は、例えばセラミックスにて構成されたアクチュエータ基板18を有し、該アクチュエータ基板18の各画素に応じた位置にアクチュエータ部14が配設されている。前記アクチュエータ基板18は、一主面が光導波板12の背面に対向するように配置されており、該一主面は連続した面（面一）とされている。アクチュエータ基板18の内部には、各画素に対応した位置にそれぞれ後述する振動部を形成するための空所20が設けられている。各空所20は、アクチュエータ基板18の他端面に設けられた径の小さい貫通孔18aを通じて外部と連通されている。

【0076】

前記アクチュエータ基板18のうち、空所20の形成されている部分が薄肉と

され、それ以外の部分が厚肉とされている。薄肉の部分は、外部応力に対して振動を受けやすい構造となって振動部 22 として機能し、空所 20 以外の部分は厚肉とされて前記振動部 22 を支持する固定部 24 として機能するようになっている。

【0077】

つまり、アクチュエータ基板 18 は、最下層である基板層 18A と中間層であるスペーサ層 18B と最上層である薄板層 18C の積層体であって、スペーサ層 18B のうち、画素に対応する箇所に空所 20 が形成された一体構造体として把握することができる。基板層 18A は、補強用基板として機能するほか、配線用の基板としても機能するようになっている。なお、前記アクチュエータ基板 18 は、一体焼成であっても、後付けであってもよい。

【0078】

ここで、アクチュエータ部 14 と画素構成体 102 の具体例を図 2 ～ 図 10 に基づいて説明する。なお、図 2 ～ 図 10 の例では、後述する栈 70 と光導波板 12 との間にギャップ形成層 50 を設けた場合を示す。

【0079】

まず、アクチュエータ部 14 は、図 2 に示すように、前記振動部 22 と固定部 24 のほか、該振動部 22 上に直接形成された圧電／電歪層や反強誘電体層等の形状保持層 26 と、該形状保持層 26 の上面に形成された一对の電極 28（ロー電極 28a 及びカラム電極 28b）とを有する。

【0080】

一对の電極 28 は、形状保持層 26 に対して上下に形成した構造や片側だけに形成した構造でもかまわないが、アクチュエータ基板 18 と形状保持層 26 との接合性を有利にするには、この例のように、アクチュエータ基板 18 と形状保持層 26 とが段差のない状態で直接接するように、形状保持層 26 の上部（アクチュエータ基板 18 とは反対側）のみに一对の電極 28 を形成した方が好ましい。

【0081】

一对の電極 28 の平面形状としては、図 3 に示すように、多数のくし歯が相補的に対峙した形状としてもよく、その他、特開平 10-78549 号公報にも示

されているように、渦巻き状や多枝形状などを採用することができる。

【0082】

形状保持層 26 の平面形状を例えば楕円形状とし、一对の電極 28 をくし歯状に形成した場合は、図 4 A 及び図 4 B に示すように、形状保持層 26 の長軸に沿って一对の電極 28 のくし歯が配列される形態や、図 5 A 及び図 5 B に示すように、形状保持層 26 の短軸に沿って一对の電極 28 のくし歯が配列される形態などがある。

【0083】

そして、図 4 A 及び図 5 A に示すように、一对の電極 28 のくし歯の部分が形状保持層 26 の平面形状内に含まれる形態や、図 4 B 及び図 5 B に示すように、一对の電極 28 のくし歯の部分が形状保持層 28 の平面形状からはみ出した形態などがある。図 4 B 及び図 5 B に示す形態の方がアクチュエータ部 14 の屈曲変位において有利である。

【0084】

一对の電極 28 としては、例えば図 6 に示すように、形状保持層 26 の下面に例えばロー電極 28 a を形成し、形状保持層 26 の上面にカラム電極 28 b を形成するようにしてもよい。

【0085】

この場合、図 1 に示すように、アクチュエータ部 14 を光導波板 12 側に凸となるように、一方向に屈曲変位させることが可能であり、その他、図 7 に示すように、アクチュエータ部 14 を空所 20 側に凸となるように、他方向に屈曲変位させることも可能である。

【0086】

一方、画素構成体 102 は、例えば図 2 に示すように、アクチュエータ部 14 上に形成された変位伝達部としての白色散乱体 32 と色フィルタ 40 と透明層 48 の積層体で構成することができる。

【0087】

更に、図 8 に示すように、白色散乱体 32 の下層に光反射層 72 を介在させるようにしてもよい。この場合、光反射層 72 を金属等の導電層にて構成すると、

アクチュエータ部14における一对の電極28a及び28b間が短絡するおそれがあるため、前記光反射層72とアクチュエータ部14間に絶縁層74を形成することが望ましい。

【0088】

画素構成体102の他の例としては、例えば図9に示すように、アクチュエータ部14上に形成された変位伝達部を兼ねる有色散乱体44と透明層48の積層体で構成することもできる。この場合も図10に示すように、アクチュエータ部14と有色散乱体44との間に光反射層72と絶縁層74を介在させるようにしてもよい。

【0089】

そして、この第1の実施の形態に係る表示装置Daにおいては、図1に示すように、光導波板12とアクチュエータ基板18との間において、画素構成体102以外の部分に形成された棧70を有して構成され、図1の例では、棧70の上面に直接光導波板12が固着された場合を示している。棧70の材質は、熱、圧力に対して変形しないものが好ましい。

【0090】

棧70は、例えば画素構成体102の四方に形成することができる。ここで、画素構成体102の四方とは、図11に示すように、例えば画素構成体102が平面ほぼ矩形あるいは楕円であれば、各コーナー部に対応した位置などが挙げられ、1つの棧70が隣接する画素構成体102と共有される形態を示す。

【0091】

棧70の他の例としては、図12に示すように、棧70に少なくとも1つの画素構成体102を囲む窓部70aを有するように構成してもよい。代表的な構成例としては、例えば、棧70自体を板状に形成し、更に画素構成体102に対応した位置に画素構成体102の外形形状に類似した形状の窓部（開口）70aを形成する。これによって、画素構成体102の側面全部が棧70によって囲まれたかたちになり、アクチュエータ基板18と光導波板12との固着が更に強固なものとなる。

【0092】

ここで、表示装置Daの各構成部材、特に各構成部材の材料等の選定について説明する。

【0093】

まず、光導波板12に入射される光10としては、紫外域、可視域、赤外域のいずれでもよい。光源100としては、白熱電球、重水素放電ランプ、蛍光ランプ、水銀ランプ、メタルハライドランプ、ハロゲンランプ、キセノンランプ、トリチウムランプ、発光ダイオード、レーザー、プラズマ光源、熱陰極管、冷陰極管などが用いられる。

【0094】

振動部22は、高耐熱性材料であることが好ましい。その理由は、アクチュエータ部14を有機接着剤等の耐熱性に劣る材料を用いずに、固定部24によって直接振動部22を支持させる構造とする場合、少なくとも形状保持層26の形成時に、振動部22が変質しないようにするため、振動部22は、高耐熱性材料であることが好ましい。

【0095】

また、振動部22は、アクチュエータ基板18上に形成される一対の電極28におけるロー電極28aに通じる配線（例えば行選択線）とカラム電極28bに通じる配線（例えば信号線）との電気的な分離を行うために、電気絶縁材料であることが好ましい。

【0096】

従って、振動部22は、高耐熱性の金属あるいはその金属表面をガラス等のセラミック材料で被覆したホーロー等の材料であってもよいが、セラミックスが最適である。

【0097】

振動部22を構成するセラミックスとしては、例えば安定化された酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、スピネル、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、ガラス、これらの混合物等を用いることができる。安定化された酸化ジルコニウムは、振動部22の厚みが薄くても機械的強度が高いこと、靱性が高いこと、形状保持層26及び一対の電極28との化学反

応性が小さいこと等のため、特に好ましい。安定化された酸化ジルコニウムとは、安定化酸化ジルコニウム及び部分安定化酸化ジルコニウムを包含する。安定化された酸化ジルコニウムでは、立方晶等の結晶構造をとるため、相転移を起こさない。

【0098】

一方、酸化ジルコニウムは、1000℃前後で、単斜晶と正方晶とで相転移し、この相転移のときにクラックが発生する場合がある。安定化された酸化ジルコニウムは、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、酸化イットリウム、酸化スカンジウム、酸化イッテルビウム、酸化セリウム又は希土類金属の氧化物等の安定化剤を、1～30モル%含有する。振動部22の機械的強度を高めるために、安定化剤が酸化イットリウムを含有することが好ましい。このとき、酸化イットリウムは、好ましくは1.5～6モル%含有し、更に好ましくは2～4モル%含有することであり、更に0.1～5モル%の酸化アルミニウムが含有されていることが好ましい。

【0099】

また、結晶相は、立方晶+単斜晶の混合相、正方晶+単斜晶の混合相、立方晶+正方晶+単斜晶の混合相などであってもよいが、中でも主たる結晶相が、正方晶、又は正方晶+立方晶の混合相としたものが、強度、靱性、耐久性の観点から最も好ましい。

【0100】

振動部22がセラミックスからなるとき、多数の結晶粒が振動部22を構成するが、振動部22の機械的強度を高めるため、結晶粒の平均粒径は、0.05～2μmであることが好ましく、0.1～1μmであることが更に好ましい。

【0101】

固定部24は、セラミックスからなることが好ましいが、振動部22の材料と同一のセラミックスでもよいし、異なってもよい。固定部24を構成するセラミックスとしては、振動部22の材料と同様に、例えば、安定化された酸化ジルコニウム、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化チタン、スピネル、ムライト、窒化アルミニウム、窒化珪素、ガラス、これらの混合物等を用いること

ができる。

【0102】

特に、この第1の実施の形態に係る表示装置Daで用いられるアクチュエータ基板18は、酸化ジルコニウムを主成分とする材料、酸化アルミニウムを主成分とする材料、又はこれらの混合物を主成分とする材料等が好適に採用される。その中でも、酸化ジルコニウムを主成分としたものが更に好ましい。

【0103】

なお、焼結助剤として粘土等を加えることもあるが、酸化珪素、酸化ホウ素等のガラス化しやすいものが過剰に含まれないように、助剤成分を調節する必要がある。なぜなら、これらガラス化しやすい材料は、アクチュエータ基板18と形状保持層26とを接合させる上で有利ではあるものの、アクチュエータ基板18と形状保持層26との反応を促進し、所定の形状保持層26の組成を維持することが困難となり、その結果、素子特性を低下させる原因となるからである。

【0104】

即ち、アクチュエータ基板18中の酸化珪素等は重量比で3%以下、更に好ましくは1%以下となるように制限することが好ましい。ここで、主成分とは、重量比で50%以上の割合で存在する成分をいう。

【0105】

形状保持層26は、上述したように、圧電/電歪層や反強誘電体層等を用いることができるが、形状保持層26として圧電/電歪層を用いる場合、該圧電/電歪層としては、例えば、ジルコン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、ニッケルニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、マグネシウムタンタル酸鉛、ニッケルタンタル酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、チタン酸鉛、チタン酸バリウム、マグネシウムタンゲステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛等、又はこれらの何れかの組合せを含有するセラミックスが挙げられる。

【0106】

主成分がこれらの化合物を50重量%以上含有するものであってもよいことはいうまでもない。また、前記セラミックスのうち、ジルコン酸鉛を含有するセラミックスは、形状保持層26を構成する圧電/電歪層の構成材料として最も使用

頻度が高い。

【0107】

また、圧電／電歪層をセラミックスにて構成する場合、前記セラミックスに、更に、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン等の酸化物、若しくはこれらの何れかの組合せ、又は他の化合物を、適宜、添加したセラミックスを用いてもよい。

【0108】

例えば、マグネシウムニオブ酸鉛とジルコン酸鉛及びチタン酸鉛とからなる成分を主成分とし、更にランタンやストロンチウムを含有するセラミックスを用いることが好ましい。

【0109】

圧電／電歪層は、緻密であっても、多孔質であってもよく、多孔質の場合、その気孔率は40%以下であることが好ましい。

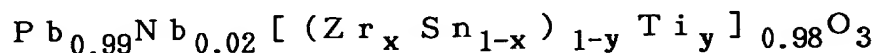
【0110】

形状保持層26として反強誘電体層を用いる場合、該反強誘電体層としては、ジルコン酸鉛を主成分とするもの、ジルコン酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分を主成分とするもの、更にはジルコン酸鉛に酸化ランタンを添加したもの、ジルコン酸鉛とスズ酸鉛とからなる成分に対してジルコン酸鉛やニオブ酸鉛を添加したものが望ましい。

【0111】

特に、下記の組成のようにジルコン酸鉛とスズ酸鉛からなる成分を含む反強誘電体膜をアクチュエータ部14のような膜型素子として適用する場合、比較的低電圧で駆動することができるため、特に好ましい。

【0112】



但し、 $0.5 < x < 0.6$, $0.05 < y < 0.063$, $0.01 < \text{Nb} < 0.03$

また、この反強誘電体膜は、多孔質であってもよく、多孔質の場合には気孔率30%以下であることが望ましい。

【0113】

そして、前記アクチュエータ基板 18 における振動部 22 の厚みと該振動部 22 上に形成される形状保持層 26 の厚みは、同次元の厚みであることが好ましい。なぜなら、振動部 22 の厚みが極端に形状保持層 26 の厚みより厚くなると（1 桁以上異なると）、形状保持層 26 の焼成収縮に対して、振動部 22 がその収縮を妨げるように働くため、形状保持層 26 とアクチュエータ基板 18 界面での応力が大きくなり、はがれ易くなる。反対に、厚みの次元が同程度であれば、形状保持層 26 の焼成収縮にアクチュエータ基板 18（振動部 22）が追従し易くなるため、一体化には好適である。具体的には、振動部 22 の厚みは、1～100 μm であることが好ましく、3～50 μm が更に好ましく、5～20 μm が更になお好ましい。一方、形状保持層 26 は、その厚みとして 5～100 μm が好ましく、5～50 μm が更に好ましく、5～30 μm が更になお好ましい。

【0114】

前記形状保持層 26 上に形成される一对の電極 28 は、用途に応じて適宜な厚さとするが、0.01～50 μm の厚さであることが好ましく、0.1～5 μm が更に好ましい。また、前記一对の電極 28 は、室温で固体であって、導電性の金属で構成されていることが好ましい。例えば、アルミニウム、チタン、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ニオブ、モリブデン、ルテニウム、ロジウム、銀、スズ、タンタル、タングステン、イリジウム、白金、金、鉛等を含有する金属単体又は合金が挙げられる。これらの元素を任意の組合せで含有していてもよいことはいうまでもない。

【0115】

光導波板 12 は、その内部に導入された光 10 が前面及び背面において光導波板 12 の外部に透過せずに全反射するような光屈折率を有するものであり、導入される光の波長領域での透過率が均一で、かつ高いものであることが必要である。このような特性を具備するものであれば、特にその材質は制限されないが、具体的には、例えばガラス、石英、アクリル等の透光性プラスチック、透光性セラミックスなど、あるいは異なる屈折率を有する材料の複数層構造体、又は表面にコーティング層を設けたものなどが一般的なものとして挙げられる。

【0116】

また、画素構成体102に含まれる色フィルタ40及び有色散乱体44等の着色層とは、特定の波長領域の光だけを取り出すために用いられる層であり、例えば特定の波長の光を吸収、透過、反射、散乱させることで発色させるものや、入射した光を別の波長のものに変換させるものなどがある。透明体、半透明体及び不透明体を単独、もしくは組み合わせて用いることができる。

【0117】

構成は、例えば染料、顔料、イオンなどの色素や蛍光体を、ゴム、有機樹脂、透光性セラミックス、ガラス、液体等の内部に分散、溶解したものや、それらの表面に塗布したもの、更には上述の色素や蛍光体等の粉末を焼結させたり、プレスして固めたものなどがある。材質及び構造については、これらを単独で用いてもよいし、これらを組み合わせて用いてもよい。

【0118】

色フィルタ40と有色散乱体44との違いは、光10を導入した光導波板12に画素構成体102を接触させて発光状態にしたときに、着色層のみでの反射、散乱による漏れ光の輝度値が、画素構成体102及びアクチュエータ部14を含めた全構成体の反射、散乱による漏れ光の輝度値の0.5倍以上であれば、その着色層は有色散乱体44であると定義し、0.5倍未満であればその着色層は色フィルタ40であると定義する。

【0119】

測定法の具体例を挙げると、光10が導入された光導波板12の背面に、前記着色層単体を接触させたとき、該着色層から該光導波板12を通過し、前面に漏れ出した光の正面輝度がA (nt)であり、また、該着色層の光導波板12と接する反対側の面に更に画素構成体102を接触させたとき、前面に漏れ出した光の正面輝度がB (nt)であったとすると、 $A \geq 0.5 \times B$ を満たすときは、前記着色層は有色散乱体44であり、 $A < 0.5 \times B$ を満たすときは色フィルタ40である。

【0120】

上述の正面輝度とは、輝度を測定する輝度計と前記着色層とを結ぶ線が、前記光導波板12の前記着色層と接する面に対して垂直であるように輝度計を配置（

輝度計の検出面は光導波板の板面に平行)して計測した輝度である。

【0121】

有色散乱体44の利点は、層の厚みにより色調や輝度が変化しにくいことであり、そのための層形成法として、層厚の厳密な制御は難しいが、コストが安いスクリーン印刷など、多種の適用が可能である。

【0122】

また、有色散乱体44が変位伝達部を兼ねることにより、層形成プロセスを簡略化できるほか、それら全体の層厚を薄くできるため、表示装置全体の厚みを薄くすることが可能であり、また、アクチュエータ部14の変位量低下の防止及び応答速度の向上が可能である。

【0123】

色フィルタ40の利点は、光導波板12がフラットで表面平滑性が高いため、光導波板12側に層を形成するときには、層形成が容易になり、プロセスの選択の幅が広がり、安価になるだけでなく、色調、輝度に影響を及ぼす層厚の制御が容易になる。

【0124】

なお、色フィルタ40や有色散乱体44等の着色層の膜形成法としては、特に制限はなく、公知の各種の膜形成法を適用することができる。例えば光導波板12やアクチュエータ部14の面上に、チップ状、フィルム状の着色層を直接貼り付けるフィルム貼着法ほか、着色層の原材料となる粉末、ペースト、液体、気体、イオン等を、スクリーン印刷、フォトリソグラフィ法、スプレー・ディッピング、塗布等の厚膜形成手法や、イオンビーム、スパッタリング、真空蒸着、イオンプレーティング、CVD、めっき等の薄膜形成手法により成膜し、着色層を形成する方法がある。

【0125】

次に、第1の実施の形態に係る表示装置Daの動作を図1を参照しながら簡単に説明する。まず、光導波板12の例えば端部から光10が導入される。この場合、光導波板12の屈折率の大きさを調節することにより、全ての光10が光導波板12の前面及び背面において透過することなく内部で全反射する。この場合

、光導波板12の反射率 n としては、1.3~1.8が望ましく、1.4~1.7がより望ましい。

【0126】

この状態において、あるアクチュエータ部14が選択状態とされて、当該アクチュエータ部14が光導波板12側に凸となるように屈曲変位、即ち、一方向に屈曲変位して、画素構成体102の端面が光導波板12に対して光10の波長以下の距離で接触すると、それまで全反射していた光10は、画素構成体102の表面で反射し、散乱光42となる。この散乱光42は、一部は再度光導波板12の中で反射するが、散乱光42の大部分は光導波板12で反射されることなく、光導波板12の前面（表面）を透過することになる。これによって、当該アクチュエータ部14に対応する画素がオン状態となり、そのオン状態が発光というかたちで具現され、しかも、その発光色は画素構成体102に含まれる色フィルタ40あるいは有色散乱体44の色に対応したものとなる。

【0127】

つまり、この表示装置Daは、画素構成体102の光導波板12への接触の有無により、光導波板12の前面における光の発光（漏れ光）の有無を制御することができる。特に、この第1の実施の形態に係る表示装置Daでは、光導波板12に対して画素構成体102を接近・離隔方向に変位動作させる1つの単位を例えば1画素として考えれば、この画素を多数マトリクス状、あるいは各行に関し千鳥状に配列するようにしているため、入力される画像信号の属性に応じて各画素での変位動作を制御することにより、陰極線管や液晶表示装置並びにプラズマディスプレイと同様に、光導波板12の前面、即ち、表示面に画像信号に応じた映像（文字や図形等）を表示させることができる。

【0128】

そして、表示の階調制御においては、例えば電圧変調方式や時間変調方式を採用することができる。例えば電圧変調方式においては、例えば1つの行を選択している場合において、当該選択行に配列される多数のアクチュエータ部14に対し、各アクチュエータ部14の階調に応じた電圧を印加する。各アクチュエータ部14は、印加された電圧のレベルに応じて一方向に変位し、図13の例では、

電圧 V_1, V_2, \dots, V_n に対して変位量が Z_1, Z_2, \dots, Z_n というように、線形的に変位することになる。

【0129】

そして、例えばアクチュエータ部14が変位量 Z_1 ほど変位した時点で、例えば図14に示すように、画素構成体102の一主面と光導波板12の背面との間の距離 D が光10（光導波板12に導入される光10）の波長 λ に相当する距離となり、例えば変位量 Z_n ほど変位した時点で、理想的には画素構成体の一主面が光導波板12の背面に完全に密着する。

【0130】

画素構成体102が光導波板12の裏面に向かって接近し、該画素構成体102の一主面と光導波板12の背面間の距離が光10の波長 λ 以下となった場合、その距離が短くなるにつれて光導波板12の表面から放射される散乱光の光量が多くなり、当該アクチュエータ部14に対応する画素の輝度レベルが高くなる。

【0131】

この現象は、以下のエバネッセント効果で説明することができる。一般に、光導波板12における例えば背面の周囲には、図14に示すように、光のしみ出し（エバネッセント波）による領域（エバネッセント領域）104が存在する。そして、このエバネッセント領域104の深さ d_p は、光導波板12と外部空間との界面（この例では、光導波板12の背面）におけるエバネッセント波のエネルギー値が $1/e$ になる深さを示し、以下の（1）式で与えられ、また、エバネッセント波のエネルギー E は、以下の（2）式で与えられる。

【0132】

$$d_p = \lambda / [2\pi n_1 \sqrt{\{\sin^2 \theta - (n_2 / n_1)^2\}}] \quad \dots (1)$$

$$E = \exp \{- (D / d_p)\} \quad \dots (2)$$

ここで、 λ は光10の波長を示し、 θ は図14に示すように、光導波板12から外部空間に光10が入射するときの角度（入射角）を表す。また、 n_1 は光導波板12の光屈折率を示し、 n_2 は外部空間の光屈折率を示す。

【0133】

前記（1）式により、前記深さ d_p は、光10の波長 λ が増加するにつれて大

きくなり、入射角 θ が臨界角に近づくほど大きくなることが予想できる。一方、エバネッセント波のエネルギー E は、前記(2)式に示すように、光導波板12の裏面に近づくほど大きく、前記光導波板12の裏面から離れるに従って指数関数的に減衰する。画素構成体102の表面にて反射される光(散乱光42)の光量は、前記エバネッセント波のエネルギー E に比例することから、散乱光42の光量も、画素構成体102が光導波板12の裏面に近づくほど多くなり、前記光導波板12の裏面から離れるに従って指数関数的に減少することになる。

【0134】

このとき、アクチュエータ部14における形状保持層26の形状保持効果により、当該アクチュエータ部14は、選択時の変位量を保持し続け、当該画素の発光状態が一定期間維持される。

【0135】

そして、カラー表示方式に適用させる場合は、画素構成体102に含まれる色フィルタ40(例えば三原色フィルタや補色フィルタ)の配色などの関係によって、例えば互いに隣接する3つの画素構成体(RGB配列)や互いに隣接する4つの画素構成体(市松配列等)にて1つの画素を構成させるようにすればよい。

【0136】

このように、第1の実施の形態に係る表示装置Daにおいては、光導波板12とアクチュエータ基板18との間において、画素構成体102以外の部分に栈70を形成するようにしている。

【0137】

栈70を設けずに、光導波板12とアクチュエータ基板18とを画面の周縁だけで固定した場合、アクチュエータ部14の動きでアクチュエータ基板18に振動が生じ、そのたびに変位の基準が変化し、画素のオン/オフ動作とアクチュエータ部14の変位とが対応しなくなる場合が生じる。

【0138】

しかし、この第1の実施の形態に係る表示装置Daにおいては、上述のように栈70を設けるようにしているため、あるアクチュエータ部14が変位動作したとしても、その振動は、栈70によって吸収され、変位の基準が変化するなどの

不都合は生じなくなる。

【0139】

また、画素構成体102の周りに形成された棧70の光導波板12に対する支持によって、画素構成体102と光導波板12との間のギャップ g を全画素にわたって均一にすることが容易になる。しかも、棧70の高さを任意に変更することによって、前記ギャップ g の大きさを容易に制御することができる。その結果、全画素にわたって均一な輝度を得ることができる。

【0140】

特に、図11に示すように、棧70を各画素構成体102の四方に形成する場合においては、画素構成体102単位に4つの棧70が形成されたかたちとなるため、あるアクチュエータ部14の変位動作による振動が有効に吸収され、他のアクチュエータ部14の変位動作に影響を与えることがほとんど皆無となる。その結果、すべての画素におけるオン動作／オフ動作と変位との対応関係が良好となり、入力される画像信号に応じた映像を忠実に表示させることが可能となる。また、アクチュエータ基板18と光導波板12との固着も強固なものとなる。

【0141】

また、図12に示すように、棧70に少なくとも1つの画素構成体102を囲む窓部70aを有するようにした場合においては、画素構成体102の側面全部が棧70によって囲まれたかたちになり、アクチュエータ基板18と光導波板12との固着が更に強固なものとなる。しかも、あるアクチュエータ部14の変位動作による振動が他のアクチュエータ部14の変位動作に影響を与えることが皆無となる。

【0142】

次に、第2の実施の形態に係る表示装置D_bについて図15を参照しながら説明する。なお、図1と対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0143】

この第2の実施の形態に係る表示装置D_bは、図15に示すように、第1の実施の形態に係る表示装置D_a（図1参照）とほぼ同じ構成を有するが、棧70の

先端と光導波板12間にギャップ形成層50が設けられている点で異なる。

【0144】

このギャップ形成層50の存在により、該ギャップ形成層50にて画素構成体102と光導波板12との間のギャップ g を調整することができるため、全体の画素のギャップ g を均一化できるという効果を有する。この場合、画素構成体102の上面と栈70の上面（ギャップ形成層50と接触する面）の位置を描えておくと、前記ギャップ g を調整しやすいという利点がある。

【0145】

これを実現する方法としては、例えば、平坦なガラス面を用いて画素構成体102と栈70を同時に形成する方法や、画素構成体102と栈70を形成した後、研磨して面出しを行う方法などがある。

【0146】

ここで、ギャップ形成層50の構成材料としては、例えば金属膜や、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を含んだ膜、光散乱性の低い透明な膜等が挙げられる。これにより、ギャップ形成層50がブラックマトリクスとしての機能を併せ持つことができる。

【0147】

中でも、Cr、Al、Ni、Ag等の金属膜をギャップ形成層50として使うと、光の吸収が小さいため、光導波板を伝搬する光の減衰、散乱を抑制することができ、特に好ましく用いられる。

【0148】

また、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を含んだ膜をギャップ形成層50として使うと、光の吸収性がよく、コントラストを向上させることができる。また、光散乱性の低い透明な膜をギャップ形成層50として使うと、光吸収性の良好な接着剤（あるいは黒染料や黒顔料を添加して光吸収性を高めた接着剤）と組み合わせることで、光散乱を抑え、コントラストを高めることができる。

【0149】

また、ギャップ形成層50の寸法としては、例えば、アクチュエータ部14が光導波板12側に凸に変位する場合を例にとると、ギャップ量 g の小さい限界（

最小値)は、画素構成体102のオフ動作時にエバネッセント効果による光の漏れが無視できる程度に設定され、ギャップ量 g の大きな限界(最大値)は、アクチュエータ部14の変位によって、画素構成体102が光導波板12に接触できる範囲に設定される。従って、ギャップ形成層50の厚みは、前記ギャップ量 g が前記範囲に形成されるように調整され、 $1\sim 5\mu\text{m}$ 程度が特に好ましい。但し、画素構成体102と棧70との高さの差は、表示装置の各種実施の形態に応じて制御可能であり、それに応じてギャップ形成層50の厚みを最適化させるとよい。

【0150】

ところで、図15に示す第2の実施の形態に係る表示装置Dbにおいては、ギャップ形成層50の幅を棧70の幅よりも大きくした例を示したが、その他、図16の変形例に係る表示装置Dbaのように、ギャップ形成層50の幅を棧70の幅よりも小さくするようにしてもよい。この場合、ギャップ形成層50の光導波板12との接触面積が小さくなるため、不要な散乱光を低減でき、コントラストの向上を図る上で有利となる。

【0151】

次に、第3の実施の形態に係る表示装置Dcについて図17を参照しながら説明する。なお、図15と対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0152】

この第3の実施の形態に係る表示装置Dcは、図17に示すように、第2の実施の形態に係る表示装置Db(図15参照)とほぼ同じ構成を有するが、画素構成体102の表面に複数の凹部110が形成されている点で異なる。この凹部110は、連続した溝として形成するようにしてもよい。

【0153】

この第3の実施の形態に係る表示装置Dcによれば、画素構成体102の光導波板12に対向する面積に応じて凹部110の形成個数あるいは大きさを規定することによって、各画素構成体102における光導波板12に対する接触面積をほとんど同じにすることが可能となり、全画素にわたって均一な輝度を得ること

ができる。

【0154】

また、凹部110の存在によって、画素構成体102と光導波板12との密着性が緩和され、画素構成体102の光導波板12からの離反がスムーズに行われることになる。その結果、光導波板12への画素構成体102の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。

【0155】

次に、第4の実施の形態に係る表示装置Ddについて図18を参照しながら説明する。なお、図15と対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0156】

この第4の実施の形態に係る表示装置Ddは、図18に示すように、第2の実施の形態に係る表示装置Dbとほぼ同じ構成を有するが、前記画素構成体102の周縁部に段差112が形成されている点で異なる。

【0157】

この第4の実施の形態に係る表示装置Ddによれば、画素構成体102の周縁部に段差112を設けることで、画素構成体102が光導波板12に接触する部分の面積を全画素において一定にすることができ、全画素にわたって均一な輝度を得ることができる。また、段差112の存在によって、画素構成体102と光導波板12との密着性が緩和されるため、光導波板12への画素構成体102の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。

【0158】

次に、第5の実施の形態に係る表示装置Deについて図19を参照しながら説明する。なお、図15と対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0159】

この第5の実施の形態に係る表示装置Deは、図19に示すように、第2の実施の形態に係る表示装置Dbとほぼ同じ構成を有するが、画素構成体102の表面が凹形状114にされている点で異なる。

【0160】

アクチュエータ部 14 が変位する際、画素構成体 102 の中央部分が最も変位量が多い傾向をもつ。そのため、画素構成体 102 の表面を凹形状 114 にして該画素構成体 102 の中央部分を例えば前記変位量に相当する深さだけ凹ませることで、アクチュエータ部 14 が変位して画素構成体 102 が光導波板 12 に接触する際に、画素構成体 102 の表面が平坦に近くなり、画素構成体 102 の光導波板 12 に対する接触面積を大きくすることができる。

【0161】

この場合、凹形状 114 の湾曲の深さを大きくすると、画素構成体 102 が光導波板 12 に接触した際に、画素構成体 102 の中央部分が光導波板 12 に着かない状態となり、擬似的に画素構成体 102 の表面に凹部が形成された状態となる。そのため、画素構成体 102 と光導波板 12 との密着性が緩和され、画素構成体 102 の光導波板 12 からの離反がスムーズに行われることになる。その結果、光導波板 12 への画素構成体 102 の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。

【0162】

そして、第 3 の実施の形態に係る表示装置 D c の構成（画素構成体 102 の表面に凹部 110 を形成する構成）と、第 4 の実施の形態に係る表示装置 D d の構成（画素構成体 102 の表面に段差 112 を形成する構成）並びに第 5 の実施の形態に係る表示装置 D e の構成（画素構成体 102 の表面を凹形状 114 にする構成）をそれぞれ単独で実現させるようにしてもよいし、任意に組み合わせるようにしてもよい。組み合わせることで、それぞれの構成による相乗効果を得ることができる。図 20 は、第 3 ～第 5 の実施の形態に係る表示装置 D c ～D e の構成をすべて組み合わせた第 6 の実施の形態に係る表示装置 D f の例を示す。

【0163】

次に、第 1 ～第 6 の実施の形態に係る表示装置 D a ～D f の製造方法について図 21 A ～図 35 B を参照しながら説明する。

【0164】

まず、第 1 の製造方法は、図 21 A に示すように、アクチュエータ基板 18 の

一主面のうち、アクチュエータ部14が形成されていない部分に膜70を例えば膜形成法にて形成する。膜70の材質としては、特に限定されないが、硬化後の硬さが硬いものを用いることが好ましい。例えば樹脂であれば、熱硬化性樹脂（一液性、二液性エポキシ樹脂など）が好ましい。膜の厚みとしては50～100 μ m程度である。

【0165】

ここで、膜形成法としては、例えばスクリーン印刷法、フォトリソグラフィ法、フィルム貼着法などがある。

【0166】

フォトリソグラフィ法は、例えば図22A～図22Cに示すように、膜70となる膜120を露光現像して膜70を形成する第1の方法と、図23A～図23Cに示すように、マスク122の開口122aに膜70となる材料124を埋め込んで膜70を形成する第2の方法とがある。

【0167】

第1の方法は、例えば以下のような手順によって行われる。まず、図22Aに示すように、アクチュエータ基板18上の全面に膜70となる膜120を塗布した後、図22Bに示すように、膜70を形成すべき部分に開口を有するマスク130を介して膜70となる膜120を選択的に露光する。その後、図22Cに示すように、膜70となる膜120に対して現像を行う。この現像によって膜70となる膜120のうち、露光された部分が膜70として残存し、露光されていない部分が溶融されて除去されることになる。

【0168】

一方、第2の方法は、以下のような手順で行われる。まず、図23Aに示すように、フォトリソグリス材料の塗布、露光及び現像を施してアクチュエータ基板18上にフォトリソグリスによるマスク122を形成する。このマスク122は、膜70を形成すべき部分に開口122aを有する。

【0169】

その後、図23Bに示すように、マスク122の開口122a内に膜70となる材料124を埋め込んだ後、図23Cに示すように、マスク122を除去する

ことにより、アクチュエータ基板 18 上に栈 70 が形成されることになる。

【0170】

フィルム貼付法は、図 24 に示すように、予めフィルム（栈となる材料で形成されたフィルム）に対して切断あるいは打ち抜き等を行って栈 70 を作製した後、栈 70 をアクチュエータ基板 18 に例えば接着剤 132 を介して貼り付ける。栈の貼り付けの際には、例えば真空包装法、ラミネートプレス法などが用いられる。

【0171】

セラミックス焼結法は、例えばアクチュエータ基板 18 上に 1 層目の栈 70 となる部分を例えば膜形成法で形成した後、焼成してアクチュエータ基板 18 と 1 層目の栈 70 を一体化させておく方法である。

【0172】

第 1 の製造方法の説明に戻り、図 21B に示すように、アクチュエータ基板 18 の各アクチュエータ部 14 上にそれぞれ画素構成体 102 を例えば膜形成法によって形成する。膜形成法は、図 22A～図 24 に示す各種方法を採用することができる。

【0173】

そして、図 21C に示すように、アクチュエータ基板 18 上の栈 70 及び画素構成体 102 を硬化させる前に、光導波板 12 をアクチュエータ基板 18 上の栈 70 及び画素構成体 102 に押し当てて、光導波板 12 とアクチュエータ基板 18 とを互いに接近する方向に加圧した後、その状態で栈 70 と画素構成体 102 を硬化させて完成に至る。

【0174】

この第 1 の製造方法では、少なくとも画素構成体 102 が硬化していない状態でアクチュエータ基板 18 と光導波板 12 とを加圧するため、加圧の際に、光導波板 12 が栈 70 と画素構成体 102 とをアクチュエータ基板 18 側に押し付けるかたちになり、予め形成された栈 70 がスペーサとなって画素構成体 102 の厚みが規定される。その結果、少なくとも画素構成体 102 を硬化させた際に栈 70 の上面と画素構成体 102 の上面とがほぼ同一面となる。

【0175】

この場合、自然状態で画素構成体102が光導波板12に接触する形態となるため、例えば図7に示すように、アクチュエータ部14の変位動作として、画素構成体102が光導波板12から離反する方向に変位する場合に適用させることができる。

【0176】

その他、栈70と画素構成体102との硬化時に画素構成体102と光導波板12との間にギャップgを形成させるようにしてもよい。具体的には、例えば、アクチュエータ基板18と光導波板12とを加圧する際に、画素構成体102を加熱して膨張させたり、アクチュエータ部14を変位させて画素構成体102を光導波板12に接触させるようにしておけばよい。その後の栈70と画素構成体102の硬化時に、画素構成体102が収縮してあるいはアクチュエータ部14の変位リセット（復元）によって画素構成体102と光導波板12との間に一定のギャップgが形成されることになる。

【0177】

アクチュエータ基板18と光導波板12との加圧の方法としては、分銅による荷重、真空包装法、CIP法（静水圧負荷法）、フリップチップボンダによる荷重、定値制御や低圧プレス法などの各種荷重法がある。

【0178】

この中で、真空包装法は、図25に示すように、アクチュエータ基板18に光導波板12を押し当てたものを真空包装袋140内に入れて袋140内を真空引きすることにより、アクチュエータ基板18と光導波板12とを互いに加圧させる方法である。この場合、気泡の発生を抑制するために、接着剤や画素構成体に消泡剤を加えたり、硬化前に脱泡処理を施しておくといよい。

【0179】

図25に示す真空包装法やCIP法は、アクチュエータ基板18に反りやうねりがあった場合であっても、アクチュエータ基板18と光導波板12とを均等に加圧することができ、これによって、光導波板12とアクチュエータ基板18とが互いにならい合うことになるため、すべての画素構成体102と光導波板12

との間に一定のギャップ g を形成することができる。なお、真空包装法と CIP 法とを組み合わせるようにしてもよい。

【0180】

低圧プレス法は、図 26 に示すように、アクチュエータ基板 18 に光導波板 12 を押し当てたものを下型 142 と上型 144 との間に入れ、低圧でプレスする方法である。この場合、アクチュエータ基板 18 に加わる応力が小さくなるため、アクチュエータ部 14 への損傷等を防止することができる。

【0181】

フリップチップボンダによる荷重を用いた方法は、位置制御、加圧制御、加熱が可能であるため、好ましく用いられる。

【0182】

次に、第 2 の製造方法について図 27A～図 27D を参照しながら説明する。この第 2 の製造方法は、光導波板 12 に画素構成体 102 と棧 70 を形成して、アクチュエータ基板 18 を貼り付け加圧する方法である。

【0183】

まず、図 27A に示すように、光導波板 12 のうち、多数の画素に対応した箇所以外の箇所に複数の棧 70 を例えば膜形成法により形成した後、図 27B に示すように、光導波板 12 のうち、多数の画素に対応した箇所に画素構成体 102 を例えば膜形成法により形成する。

【0184】

そして、図 27C に示すように、予め画素に対応する箇所にアクチュエータ部 14 が形成されたアクチュエータ基板 18 の一主面のうち、棧 70 に対応する位置とアクチュエータ部 14 の上面に接着剤 150 を塗布する。

【0185】

その後、光導波板 12 上の棧 70 及び画素構成体 102 を硬化させる前に、アクチュエータ基板 18 の一主面側を光導波板 12 上の棧 70 及び画素構成体 102 に押し当てて、光導波板 12 とアクチュエータ基板 18 とを互いに接近する方向に加圧した後、図 27D に示すように、その状態で棧 70 と画素構成体 102 並びに接着剤 150 を硬化させて完成に至る。

【0186】

この第2の製造方法によれば、直接光導波板12に画素構成体102を形成するため、画素の面積（光導波板12への接触面積）を規定しやすいという利点があり、全画素にわたって均一な輝度を得ることが容易になる。

【0187】

この場合も、アクチュエータ部14が自然状態であるときに画素構成体102が光導波板12に接触する形態となる場合においては、図7に示すように、アクチュエータ部14の変位動作として、画素構成体102が光導波板12から離反する方向に変位する場合に適用させることができる。

【0188】

また、光導波板12を貼り付け加圧する際に、画素構成体102を加熱して膨張させたり、アクチュエータ部14を変位させて画素構成体102を光導波板12に接触させるようにしておけば、栈70と画素構成体102との硬化時に画素構成体102と光導波板12との間に一定のギャップ g を形成させることができる。

【0189】

次に、第3の製造方法について図28A～図28Cを参照しながら説明する。この第3の製造方法は、画素構成体102と栈70が形成されたアクチュエータ基板18に一旦板材200を貼り付けて、画素構成体102と栈70の各上面をほぼ同一面にした後に、板材200を除去して、光導波板12を貼り付けるというものである。

【0190】

まず、図28Aに示すように、アクチュエータ基板18の一主面のうち、アクチュエータ部14が形成されていない部分に栈70を例えば膜形成法にて形成する。

【0191】

その後、図28Bに示すように、アクチュエータ基板18の各アクチュエータ部14上に画素構成体102を例えば膜形成法によって形成する。

【0192】

その後、図 28C に示すように、アクチュエータ基板 18 上の棧 70 及び画素構成体 102 を硬化させる前に、板材 200 をアクチュエータ基板 18 上の棧 70 及び画素構成体 102 に押し当てて、板材 200 とアクチュエータ基板 18 とを互いに接近する方向に加圧した後、その状態で棧 70 と画素構成体 102 を硬化させる。板材 200 としては、例えば面出し用のガラス板を使用することができる。

【0193】

板材 200 とアクチュエータ基板 18 との加圧の方法としては、上述したように、分銅による荷重、真空包装法、CIP（静水圧負荷法）、フリップチップボンダによる荷重、定値制御や低圧プレス法などの各種荷重法を使用することができる。

【0194】

アクチュエータ基板 18 に板材 200 を貼り付け加圧した際に、アクチュエータ基板 18 に形成しておいた棧 70 がスペーサとなってアクチュエータ基板 18 と板材 200 との間の距離が規定される。加圧後に、あるいは加圧した状態で棧 70 と画素構成体 102 を硬化させるようにしているため、この規定された距離はアクチュエータ基板 18 と光導波板 12 との間の距離に相当することになる。

【0195】

従って、アクチュエータ部 14 が自然状態であるときに画素構成体 102 が光導波板 12 に接触する形態となる場合は、図 7 に示すように、アクチュエータ部 14 の変位動作として、画素構成体 102 が光導波板 12 から離反する方向に変位する場合に適用させることができる。

【0196】

画素構成体 102 と板材 200 との間に所定のギャップ g を形成したい場合は、板材 200 とアクチュエータ基板 18 とを貼り付け加圧する際に、画素構成体 102 を加熱して膨張させたり、アクチュエータ部 14 を変位させて画素構成体 102 を板材 200 に接触させるようにしておけばよい。その後の棧 70 と画素構成体 102 の硬化時に、画素構成体 102 が収縮してあるいはアクチュエータ部 14 の変位リセット（復元）によって画素構成体 102 と板材 200 との間に

一定のギャップ g が形成されることになり、これは、画素構成体102と光導波板12との間に一定のギャップ g が形成されることと等価である。

【0197】

そして、板材200として平滑なものを用いた場合は、画素構成体102の表面に板材200と同等の平滑な面が形成される。この優れた平滑性は画素発光時の輝度向上に役立つ。

【0198】

図29に示すように、板材200として、画素構成体102に対応する箇所にそれぞれ複数の凸部202を有するものを使用すれば、板材200とアクチュエータ基板18との加圧時に、画素構成体102の表面に前記凸部202に応じた凹部110が形成されることになり、図17に示す第3の実施の形態に係る表示装置Dcを作製することが可能となる。

【0199】

また、図30に示すように、板材200として、画素構成体102の周縁部に対応する箇所にそれぞれ凸部204を有するものを使用すれば、板材200とアクチュエータ基板18との加圧時に、画素構成体102の周縁部に前記凸部204に応じた段差112が形成されることになり、図18に示す第4の実施の形態に係る表示装置Ddを作製することが可能となる。

【0200】

また、図31に示すように、板材200として、画素構成体102に対応する箇所にそれぞれ凸形状206が形成されたものを使用すれば、板材200とアクチュエータ基板18との加圧時に、画素構成体102の表面に前記凸形状206に応じた凹形状114が形成されることになり、図19に示す第5の実施の形態に係る表示装置Deを作製することが可能となる。

【0201】

また、図32に示すように、板材200として、棧70に対応する箇所にそれぞれ複数の凸部208を有するものを使用すれば、板材200とアクチュエータ基板18との加圧時に、画素構成体102の上端が棧70の上端よりも高く形成されることになる。この場合、自然状態でオン状態を示す例えば図7のような表

示装置Daにおいて、画素構成体102の光導波板12への接触がより完全となる。もちろん、図7の表示装置Daにおいて、ギャップ形成層50のないものにも好ましく適用させることができる。

【0202】

図29～図32に示す板材200の凸部202等については、後述する第4の製造方法についても同様に言える。

【0203】

その後、図32Aに示すように、前記板材200を除去した後、アクチュエータ基板18上の棧70の上面に接着剤210を例えば膜形成法によって塗布する。

【0204】

接着剤は、光散乱を抑制することが必要であるため、光吸収性の高いものとすることが好ましい。例えば、カーボンブラック、黒顔料、黒染料を添加した接着剤を用いるとよい。

【0205】

そして、図32Bに示すように、接着剤210を硬化させる前に、光導波板12をアクチュエータ基板18上の棧70に押し当てて、光導波板12とアクチュエータ基板18とを互いに接近する方向に加圧した後、その状態で接着剤210を硬化させて完成に至る。

【0206】

光導波板12とアクチュエータ基板18との加圧の方法としては、上述したように、分銅による荷重、真空包装法、CIP（静水圧負荷法）、フリップチップボンダによる荷重、定値制御や低圧プレス法などの各種荷重法を使用することが好ましい。

【0207】

次に、第4の製造方法について図33A～図33Dを参照しながら説明する。この第4の製造方法は、板材200に画素構成体102と棧70を形成し、それぞれ硬化させた後に、アクチュエータ基板18を貼り付け、その後、板材200を除去して、光導波板12を貼り付けるというものである。

【0208】

まず、図33Aに示すように、板材200のうち、多数の画素に対応した箇所以外の箇所に栈70を例えば膜形成法により形成した後、栈70を硬化させる。次いで、図33Bに示すように、板材200のうち、多数の画素に対応した箇所に画素構成体102を例えば膜形成法により形成した後、画素構成体102を硬化させる。

【0209】

その後、図33Cに示すように、予め画素に対応する箇所にアクチュエータ部14が形成されたアクチュエータ基板18の一主面のうち、栈70に対応する位置とアクチュエータ部14の上面に接着剤212を塗布する。

【0210】

その後、前記接着剤212を硬化させる前に、アクチュエータ基板18の一主面側を板材200上の栈70及び画素構成体102に押し当てて、板材200とアクチュエータ基板18とを互いに接近する方向に加圧した後、その状態で接着剤212を硬化させる。

【0211】

その後、図33Dに示すように板材200を除去する。この時点で、板材200に形成されていた栈70と画素構成体102がアクチュエータ基板18に転写されたかたちとなる。従って、図33Aに示すように、板材200に栈70及び画素構成体102を形成する前に、板材200に例えば離型剤を塗布しておくことが好ましい。画素構成体102と栈70をスムーズにアクチュエータ基板18に転写させることができるからである。

【0212】

その後、図32Aに示すように、アクチュエータ基板18上の栈70の上面に接着剤210を例えば膜形成法によって塗布する。

【0213】

そして、図32Bに示すように、前記接着剤210が硬化する前に、光導波板12をアクチュエータ基板18上の栈70に押し当てて、光導波板12とアクチュエータ基板18とを互いに接近する方向に加圧した後、その状態で接着剤21

0を硬化させて完成に至る。

【0214】

図32A及び図32Bの例では、棧70の上面に直接光導波板12を貼り付けた場合を示したが、その他、図34A及び図34Bに示す方法も採用することができる。

【0215】

即ち、図34Aに示すように、アクチュエータ基板18上の棧70の上面に接着剤210を例えば膜形成法によって塗布する。

【0216】

そして、図34Bに示すように、光導波板12のうち、棧に対応する部分に、予めギャップ形成層50を例えば膜形成法によって形成しておき、前記接着剤210を硬化させる前に、光導波板12をアクチュエータ基板18上の棧70に押し当てて（ギャップ形成層50と棧70とを押し当てる）、光導波板12とアクチュエータ基板18とを互いに接近する方向に加圧した後、その状態で接着剤210を硬化させて完成に至る。

【0217】

図34A及び図34Bに示すように、ギャップ形成層50を設けた場合においては、画素構成体102と光導波板12との間のギャップgを全画素にわたって均一にすることが更に容易になり、前記ギャップgの大きさも容易に制御することが可能となる。

【0218】

前記各実施の形態において、棧70を多層構造とすることも可能である。この場合、膜形成法を使って多層構造の棧70を形成する場合のほか、例えばセラミックス焼結法と前記膜形成法を組み合わせた方法で多層構造の棧を形成することも可能である。棧70を多層構造は、ギャップ量の調整において有利となる。

【0219】

また、例えば棧70上に接着剤を塗布する場合は、例えば光吸収性のある接着剤を用いることによって該接着剤でギャップ形成層50の役割を果たすようにしてもよいし、画素構成体102上あるいはアクチュエータ部14上に接着剤を塗

布する場合は、例えば光反射性のある接着剤を用いることによって該接着剤を画素構成体 102 の一部として機能させるようにしてもよい。

【0220】

なお、この発明に係る表示装置及びその製造方法は、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0221】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る表示装置及びその製造方法によれば、以下に示す効果を奏することができる。

- (1) 光導波板と画素構成体とのクリアランス（ギャップ）を容易に形成でき、かつ、全画素にわたって均一に形成することができる。
- (2) 前記ギャップの大きさを容易に制御することができる。
- (3) 光導波板への画素構成体の貼り付きを防止することができ、応答速度の高速化を有効に図ることができる。
- (4) 所定の画素構成体が光導波板に接触した際に、当該画素構成体に光が効率よく導入されるように、画素構成体の接触面（光導波板との接触面）を平滑に形成することができる。
- (5) 画素の応答速度を確保することができる。
- (6) 全画素にわたって均一な輝度を得ることができる。
- (7) 画素の輝度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態に係る表示装置を示す構成図である。

【図2】

アクチュエータ部と画素構成体の第1の構成例を示す構成図である。

【図3】

アクチュエータ部に形成される一対の電極の平面形状の一例を示す図である。

【図4】

図 4 A は、形状保持層の長軸に沿って一対の電極のくし歯を配列させた 1 つの例を示す説明図であり、図 4 B は、他の例を示す説明図である。

【図 5】

図 5 A は、形状保持層の短軸に沿って一対の電極のくし歯を配列させた 1 つの例を示す説明図であり、図 5 B は、他の例を示す説明図である。

【図 6】

アクチュエータ部に形成される一対の電極の他の例を示す構成図である。

【図 7】

アクチュエータ部を空所側に凸となるように、他方向に屈曲変位させる場合の表示装置を示す構成図である。

【図 8】

アクチュエータ部と画素構成体の第 2 の構成例を示す構成図である。

【図 9】

アクチュエータ部と画素構成体の第 3 の構成例を示す構成図である。

【図 10】

アクチュエータ部と画素構成体の第 4 の構成例を示す構成図である。

【図 11】

画素構成体の四方にそれぞれ棧を形成した場合の構成を示す説明図である。

【図 12】

棧に少なくとも 1 つの画素構成体を囲む窓部を有するように構成した場合の構成を示す説明図である。

【図 13】

電圧変調方式の階調制御を説明するためのアクチュエータ部の変位特性図である。

【図 14】

画素のドット面積と接触性並びにエバネッセント効果による階調制御の原理を示す説明図である。

【図 15】

第 2 の実施の形態に係る表示装置を示す構成図である。

【図 16】

第 2 の実施の形態に係る表示装置の変形例を示す構成図である。

【図 17】

第 3 の実施の形態に係る表示装置を示す構成図である。

【図 18】

第 4 の実施の形態に係る表示装置を示す構成図である。

【図 19】

第 5 の実施の形態に係る表示装置を示す構成図である。

【図 20】

第 6 の実施の形態に係る表示装置を示す構成図である。

【図 21】

図 21 A ～ 図 21 C は、第 1 の製造方法を示す工程図である。

【図 22】

図 22 A ～ 図 22 C は、フォトリソグラフィ法の第 1 の方法を示す工程図である。

【図 23】

図 23 A ～ 図 23 C は、フォトリソグラフィ法の第 2 の方法を示す工程図である。

【図 24】

フィルム貼付法を示す説明図である。

【図 25】

真空包装法を示す説明図である。

【図 26】

低圧プレス法を示す説明図である。

【図 27】

図 27 A ～ 図 27 D は、第 2 の製造方法を示す工程図である。

【図 28】

図 28 A ～ 図 28 C は、第 3 の製造方法を示す工程図である。

【図 29】

板材として凸部を有するものを使用して、画素構成体に複数の凹部を形成した状態を示す説明図である。

【図 30】

板材として凸部を有するものを使用して、画素構成体に段差を形成した状態を示す説明図である。

【図 31】

板材として凸形状を有するものを使用して、画素構成体に凹形状を形成した状態を示す説明図である。

【図 32】

板材として凸部を有するものを使用して、画素構成体の上端を栈の上端よりも高く形成した状態を示す説明図である。

【図 33】

図 33 A 及び図 33 B は、第 3 及び第 4 の製造方法において、栈の上面に直接光導波板を貼り付ける例を示す工程図である。

【図 34】

図 34 A ～図 34 D は、第 4 の製造方法を示す工程図である。

【図 35】

図 35 A 及び図 35 B は、第 3 及び第 4 の製造方法において、光導波板にギャップ形成層を形成した後に栈の上面に光導波板を貼り付ける例を示す工程図である。

【図 36】

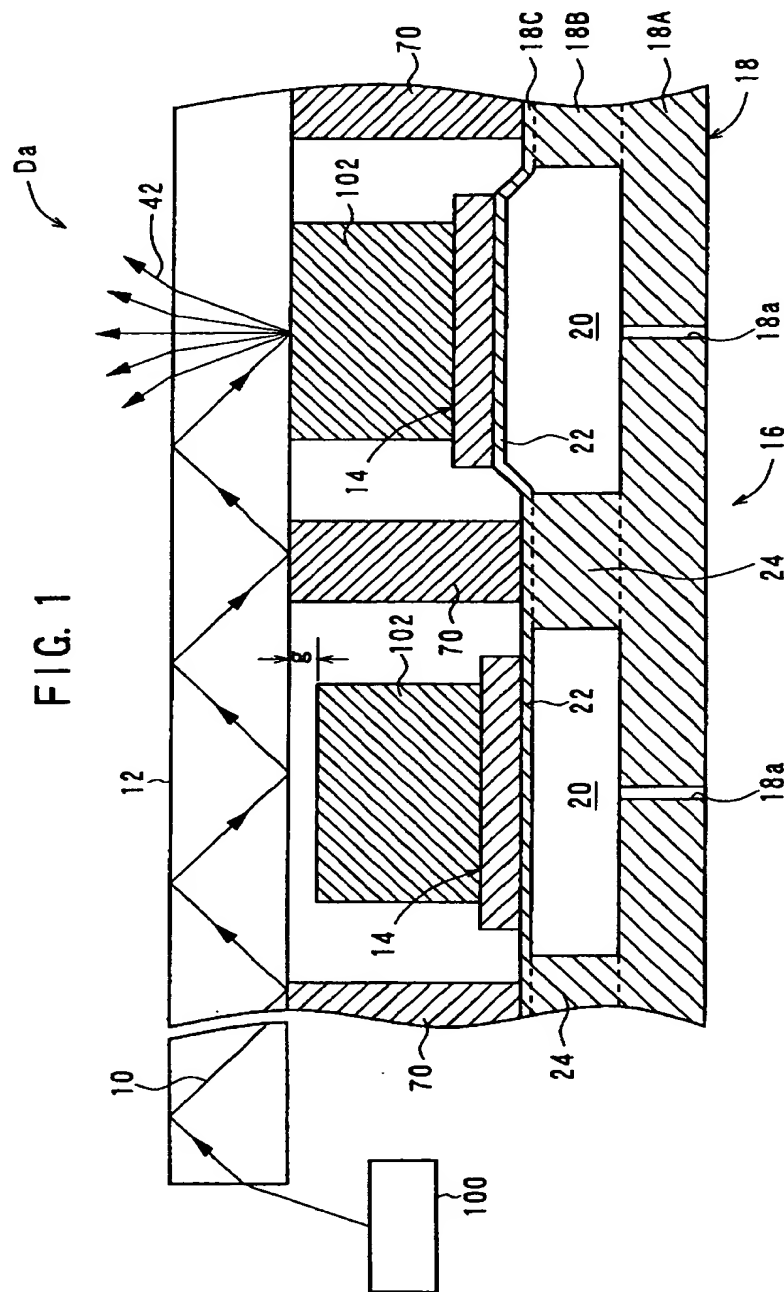
提案例に係る表示装置を示す構成図である。

【符号の説明】

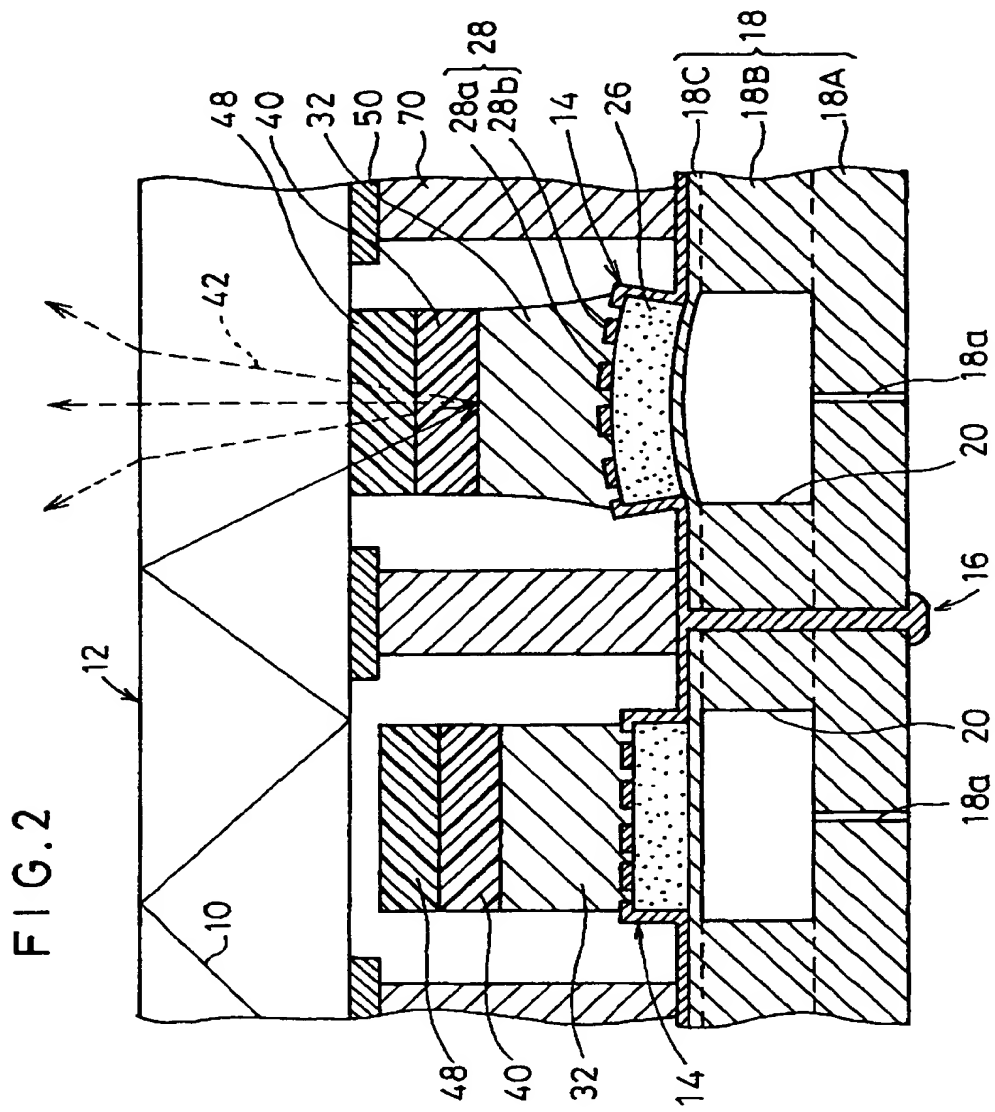
D a ～D f …表示装置	10 …光
12 …光導波板	14 …アクチュエータ部
18 …アクチュエータ基板	50 …ギャップ形成層
70 …栈	102 …画素構成体
110 …凹部	112 …段差
114 …凹形状	200 …板材

【書類名】 図面

【図 1】

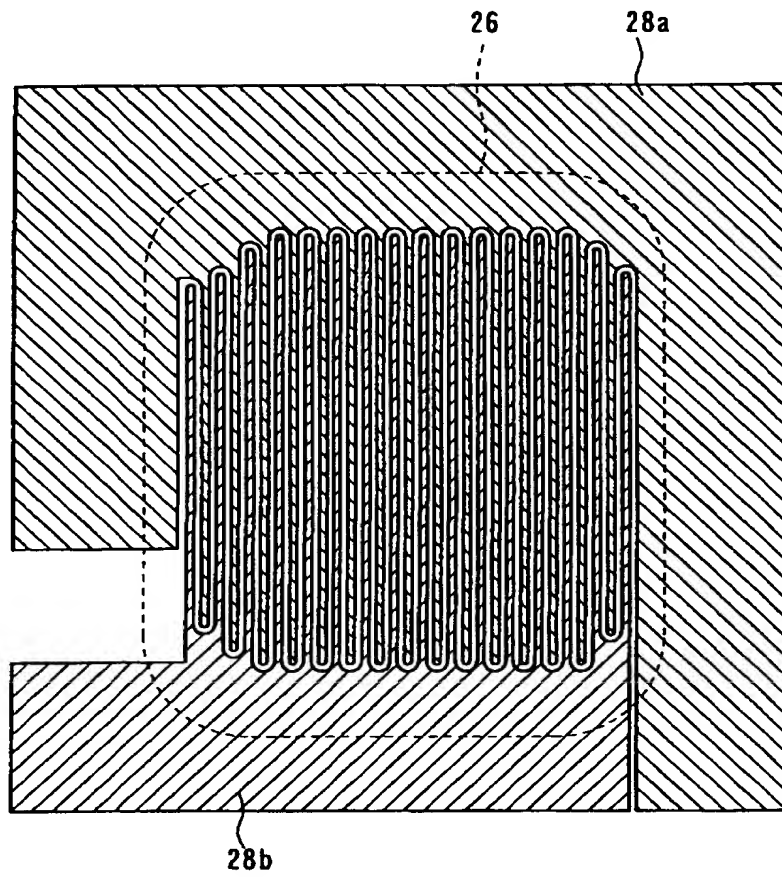


【図 2】



【図 3】

FIG. 3



【図4】

FIG. 4A

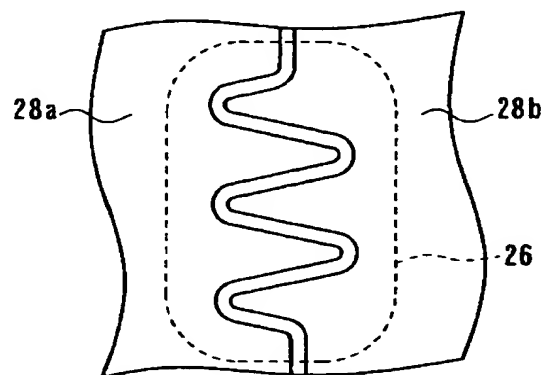
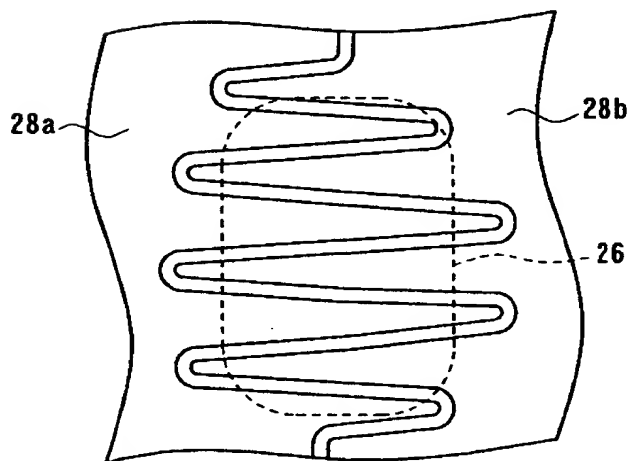


FIG. 4B



【図 5】

FIG. 5A

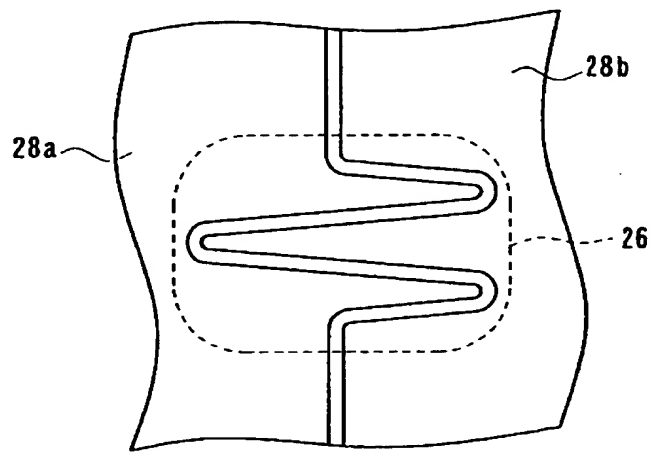
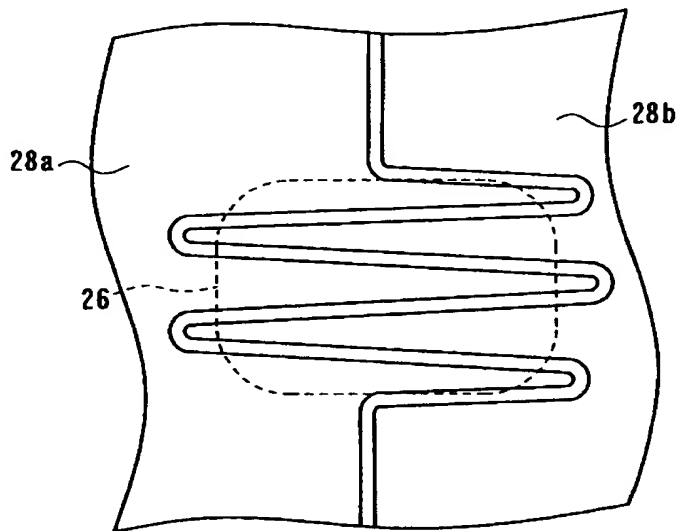
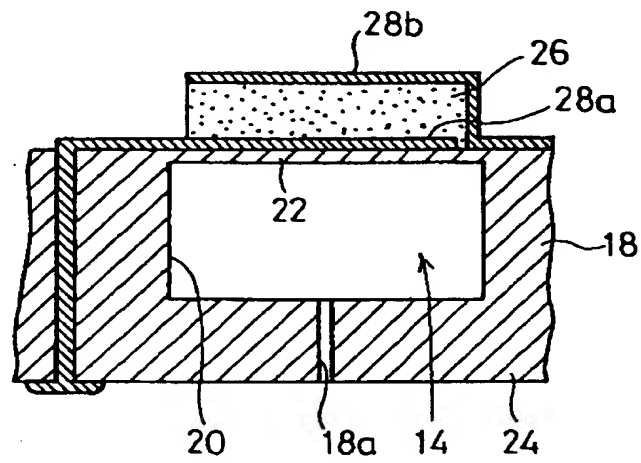


FIG. 5B

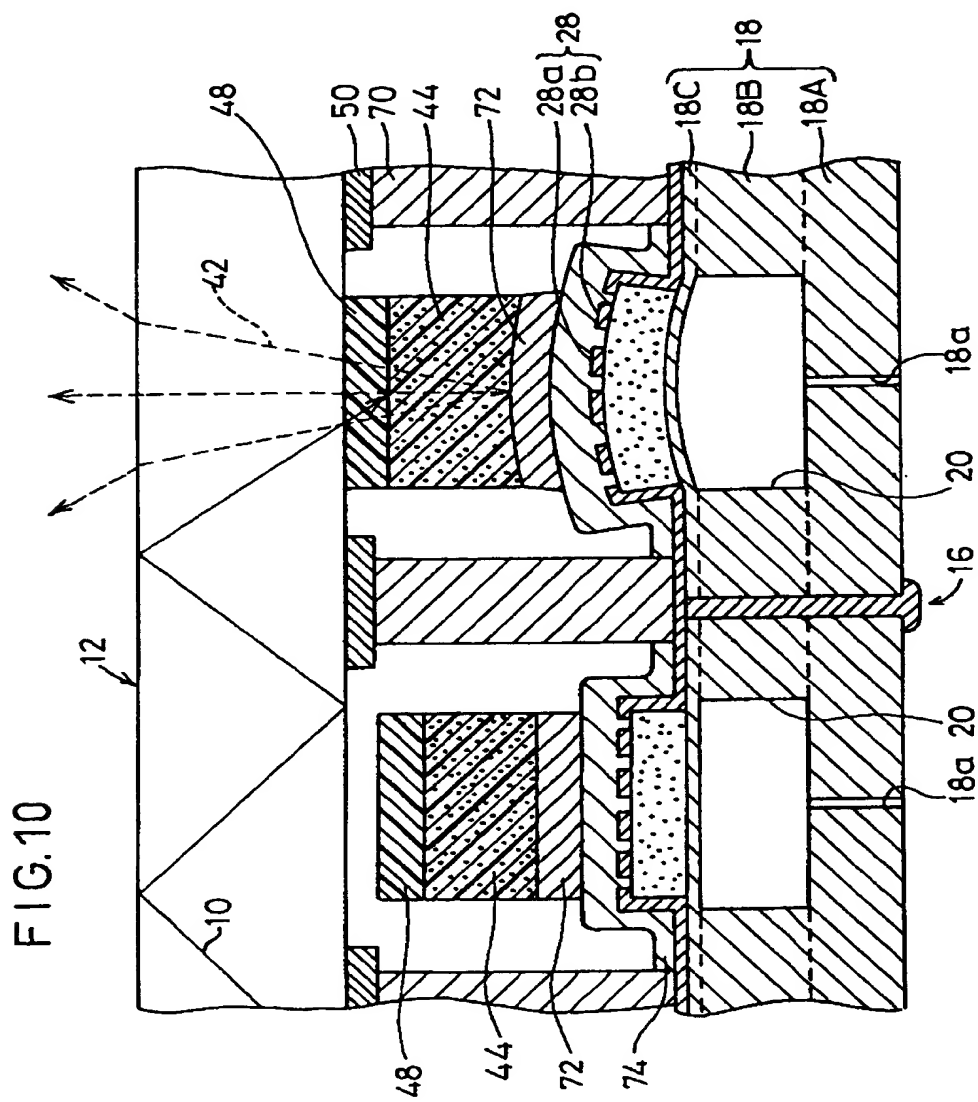


【図6】

FIG.6

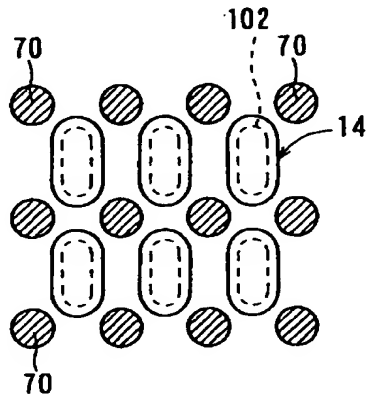


【図10】



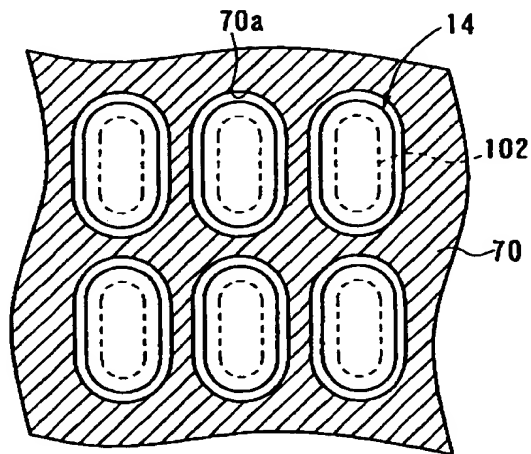
【図 1 1】

FIG. 11



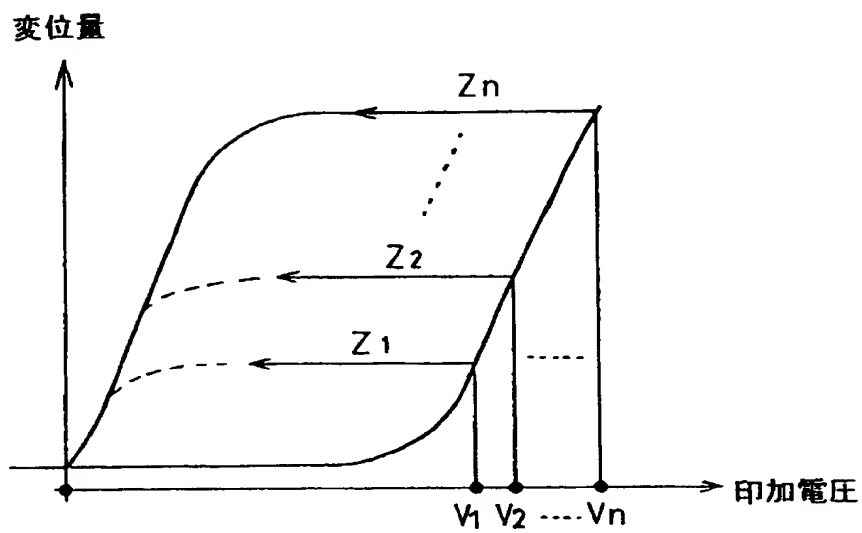
【図 1 2】

FIG. 12



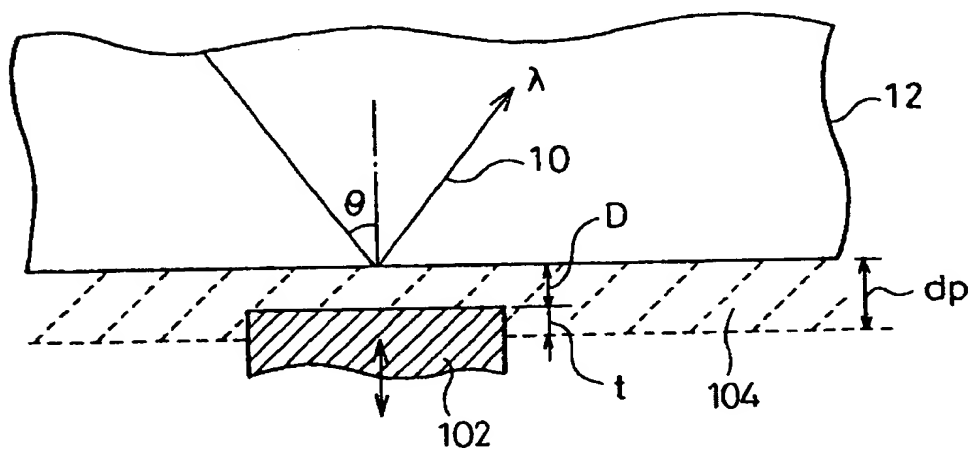
【図 13】

FIG.13

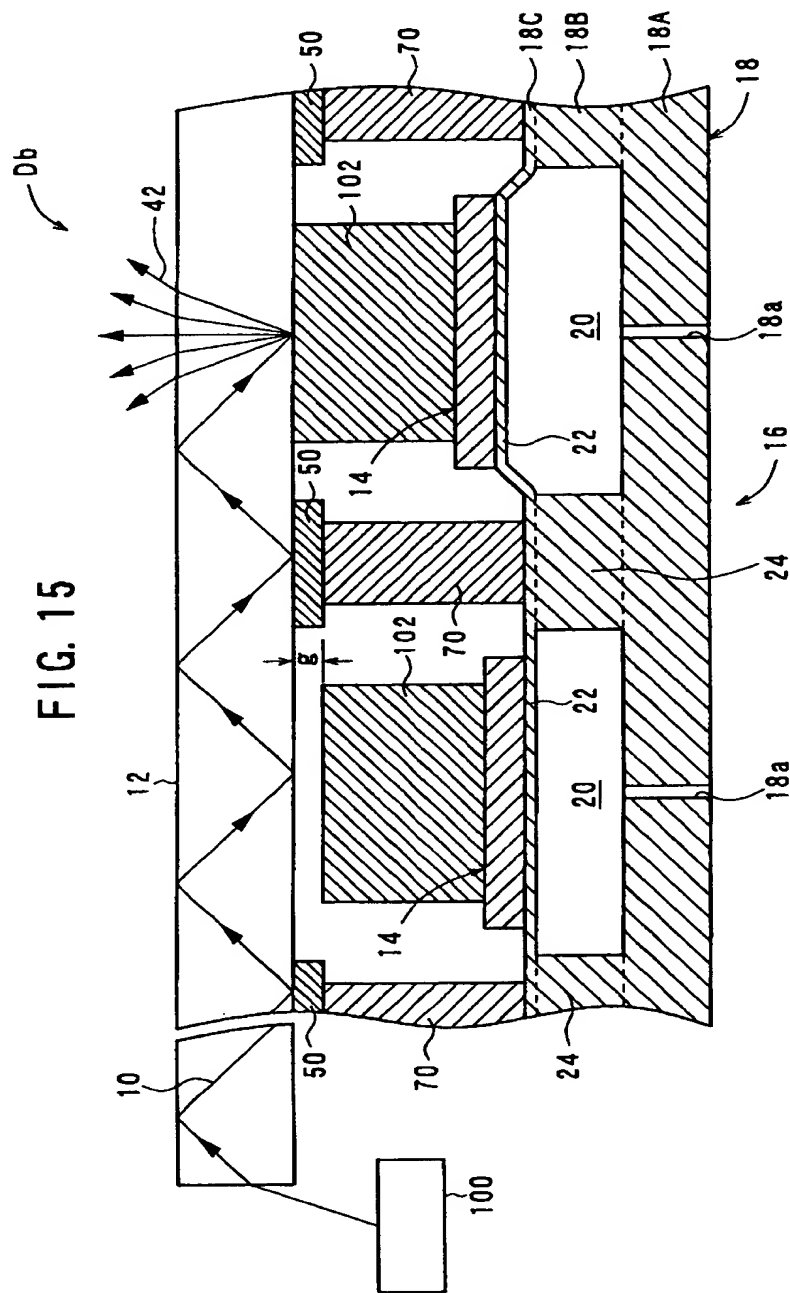


【図 14】

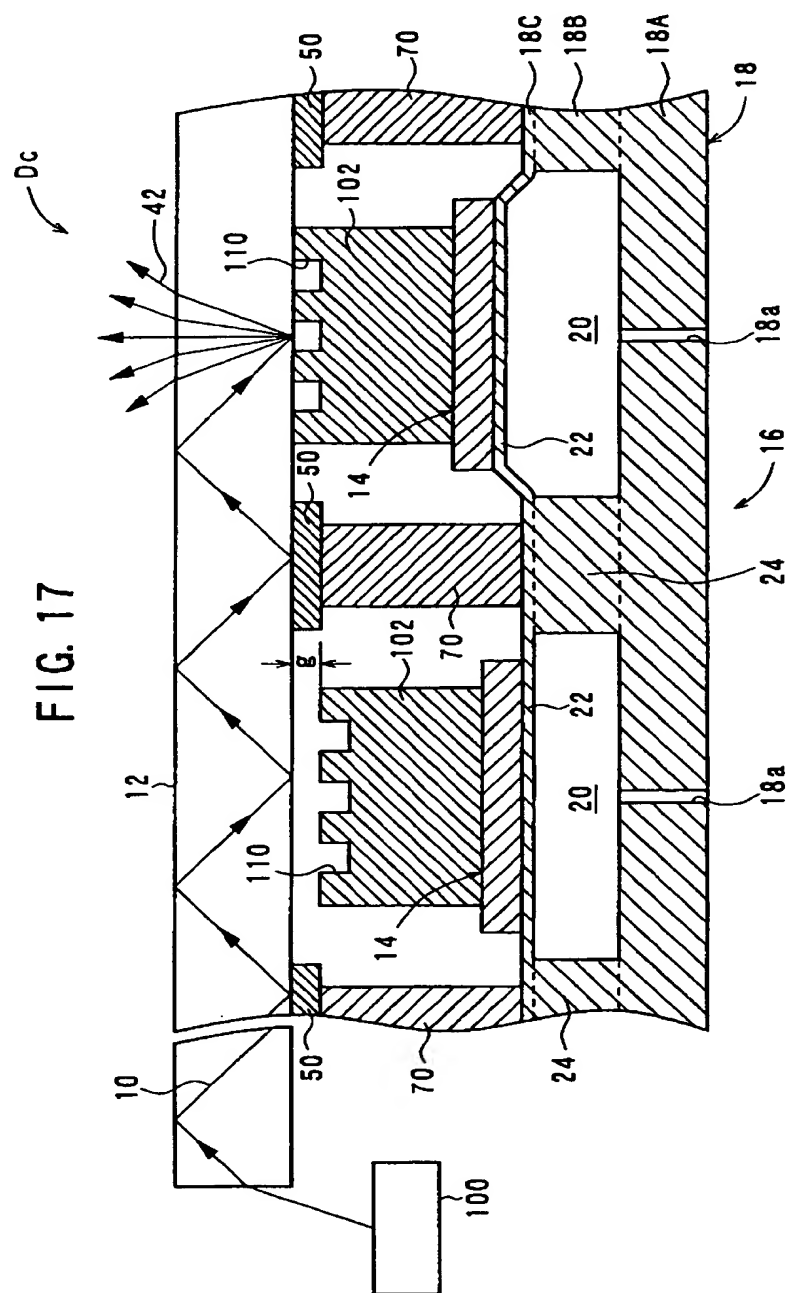
FIG.14



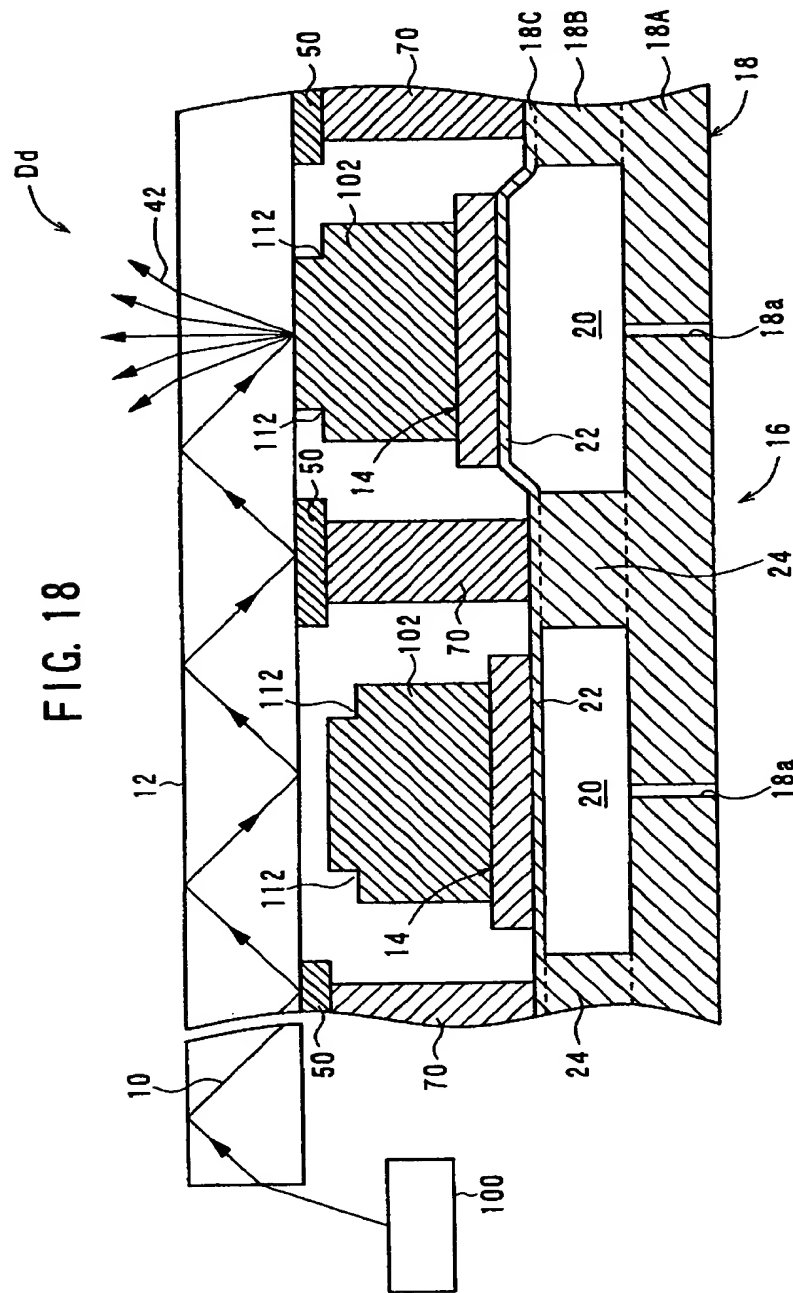
【図 15】



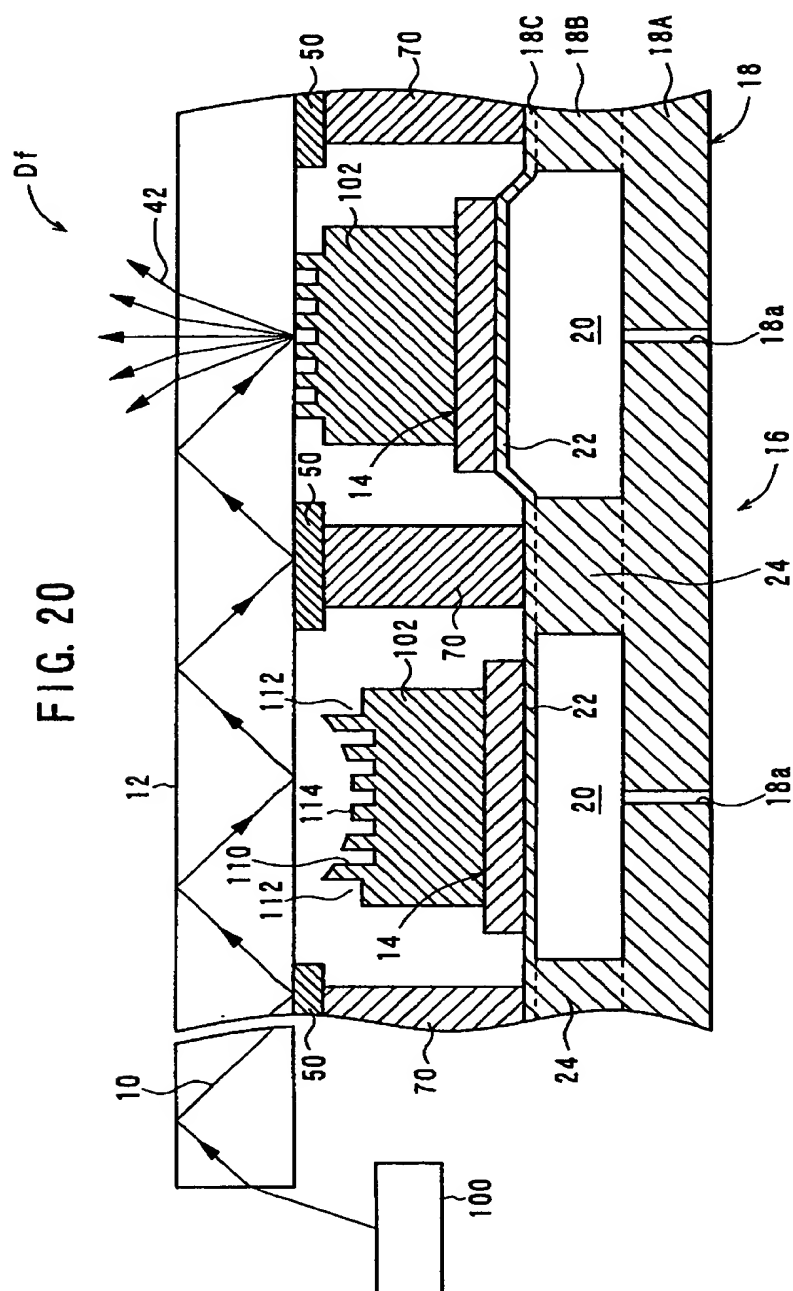
【图 17】



【図 18】



【図 20】



【図 21】

FIG. 21A

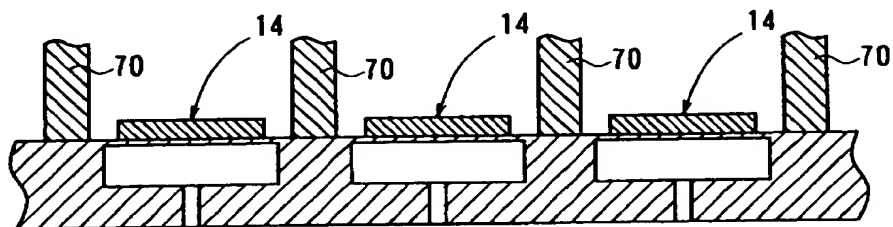


FIG. 21B

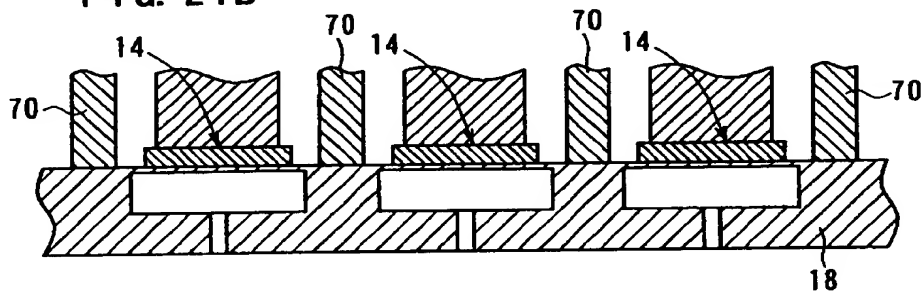
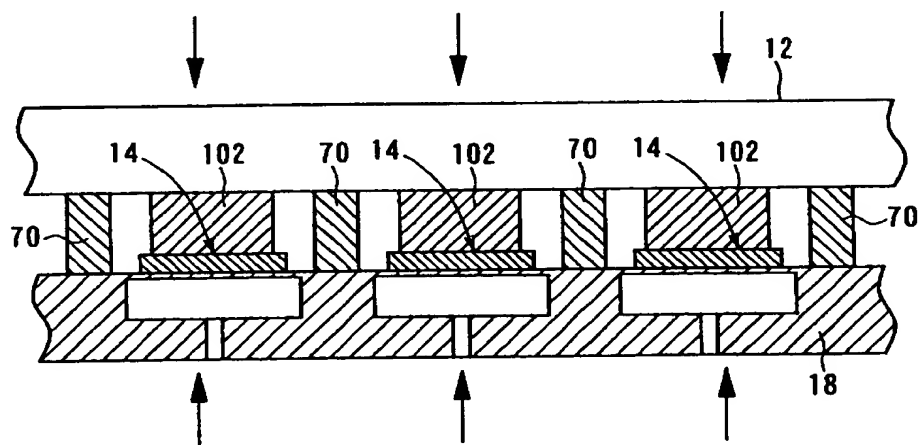


FIG. 21C



【図 22】

FIG. 22A

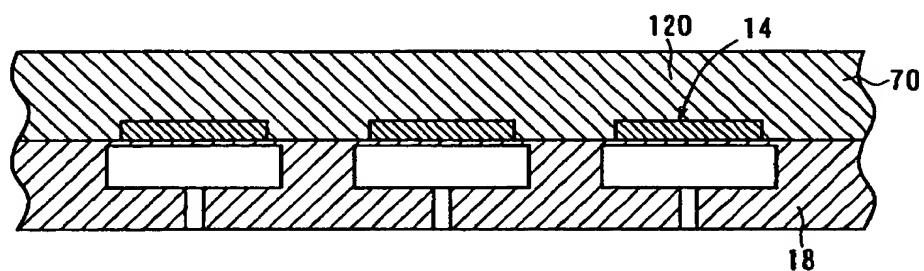


FIG. 22B

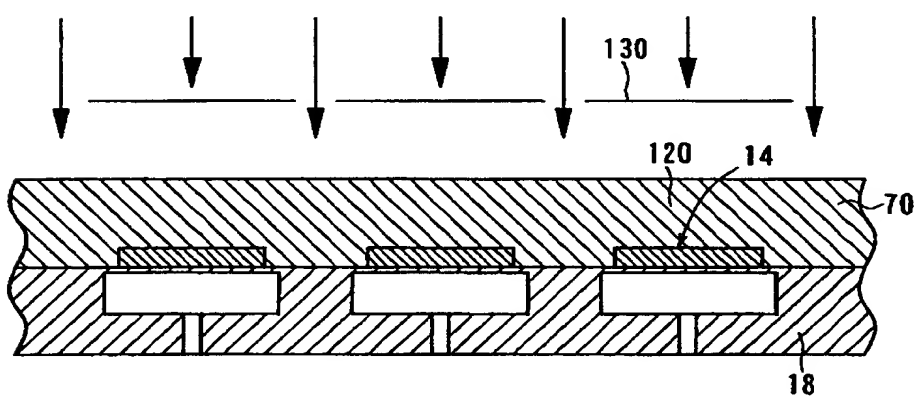
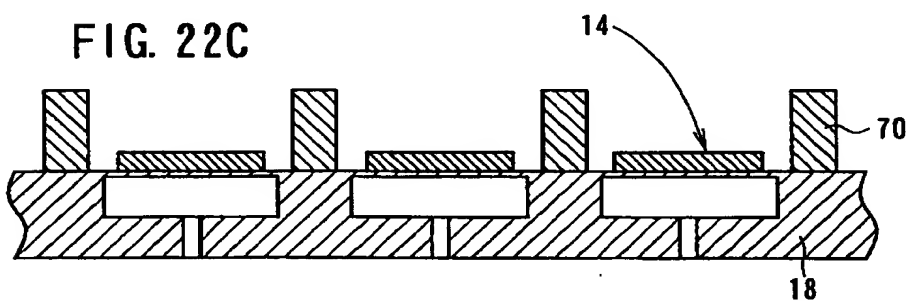


FIG. 22C



【図 23】

FIG. 23A

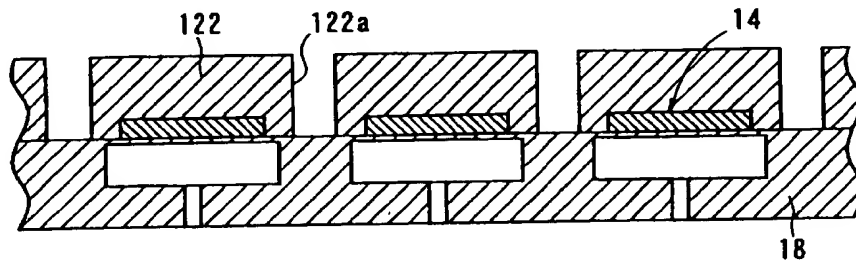


FIG. 23B

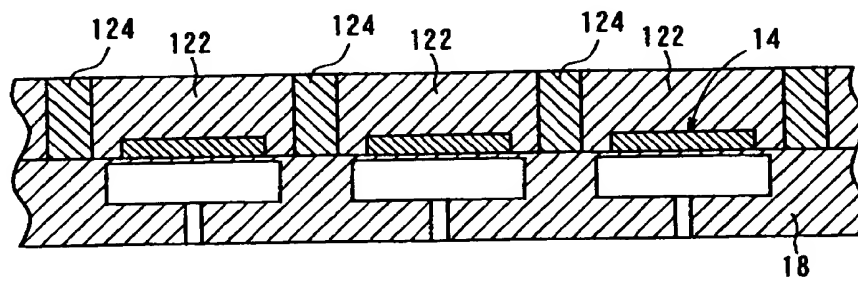
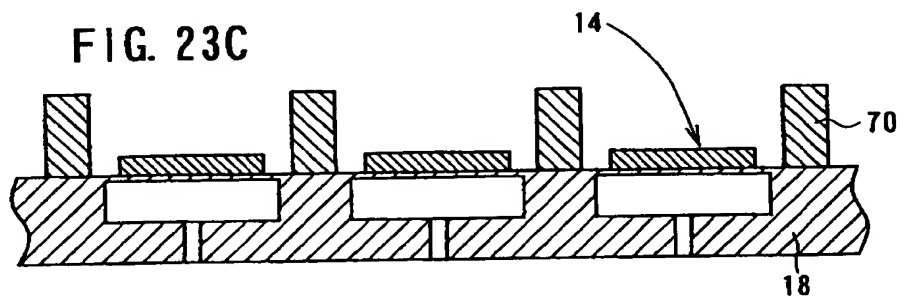
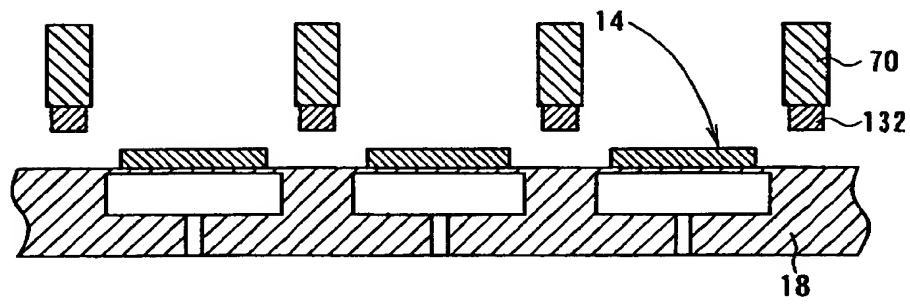


FIG. 23C



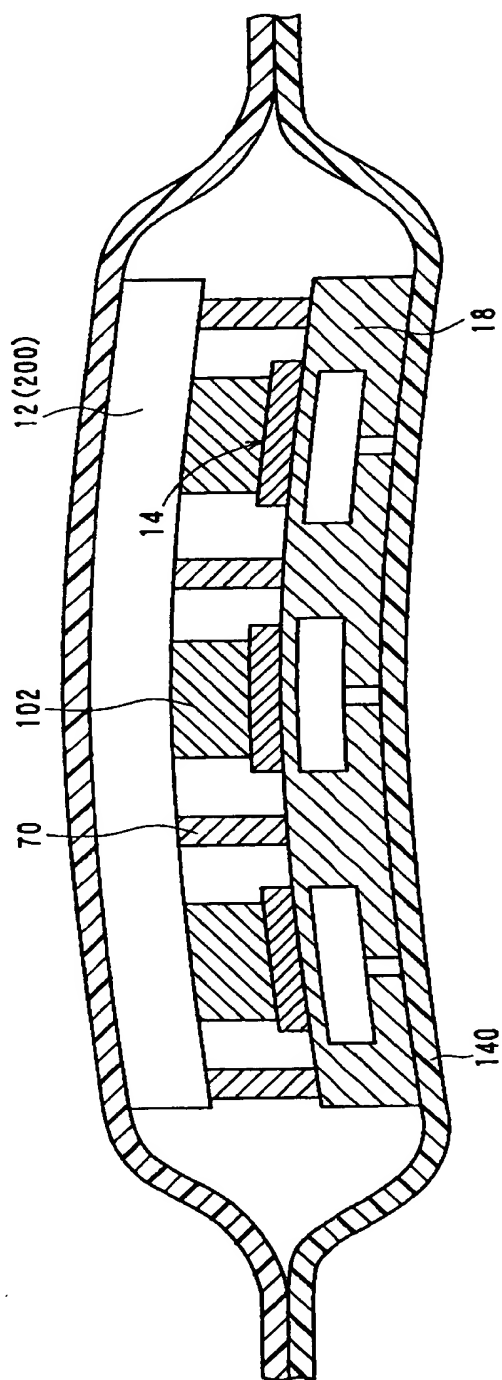
【図 24】

FIG. 24



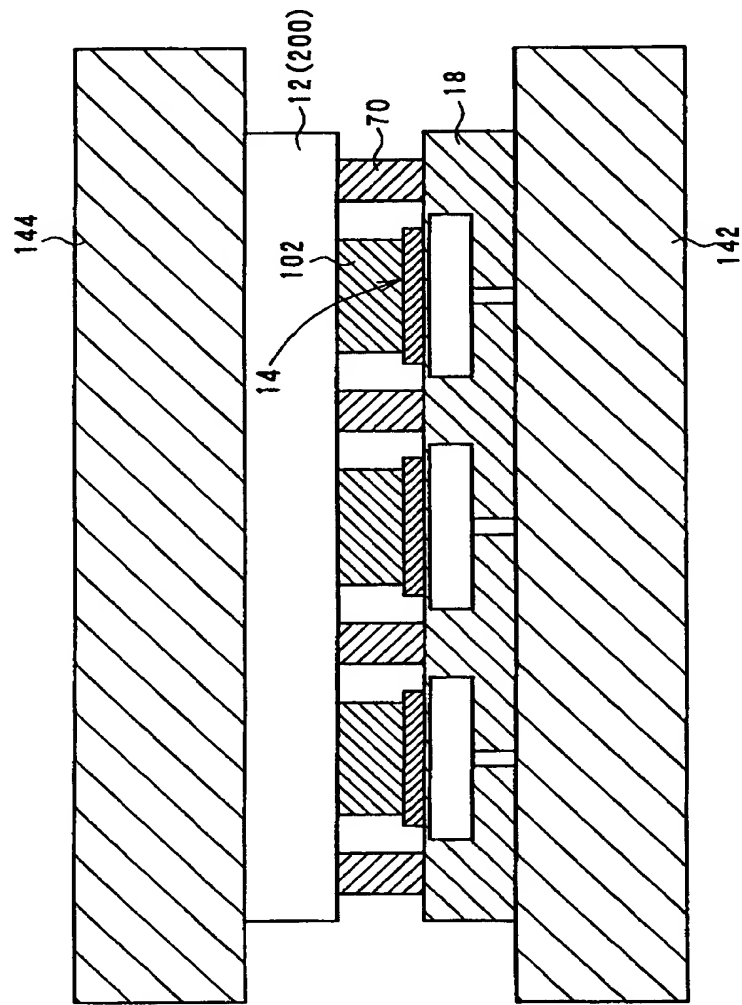
【図 25】

FIG. 25

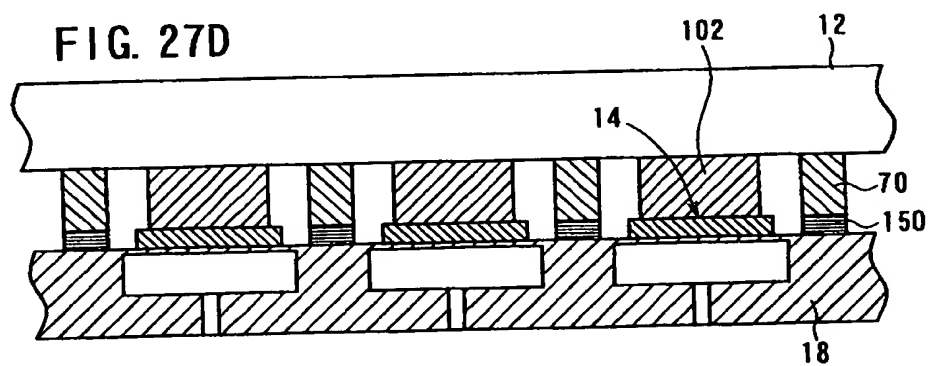
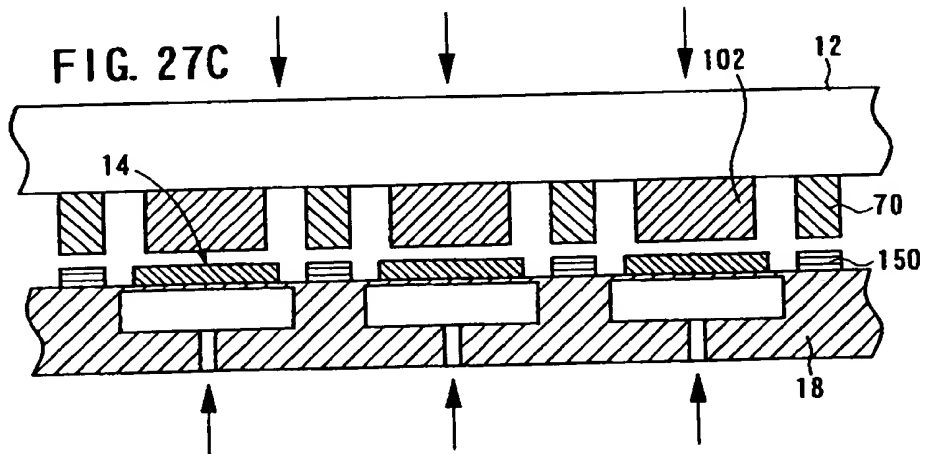
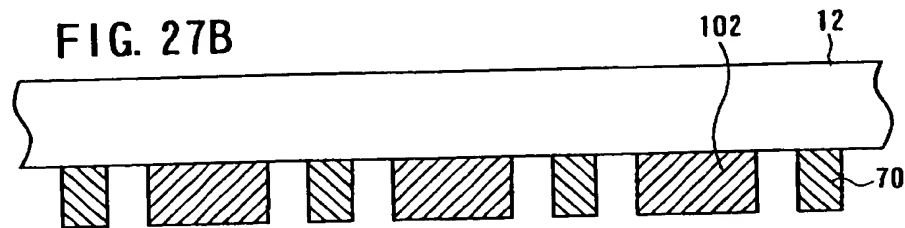
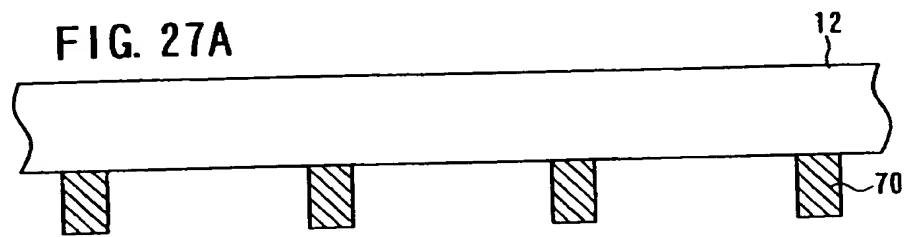


【図 26】

FIG. 26



【図 2 7】



【図 28】

FIG. 28A

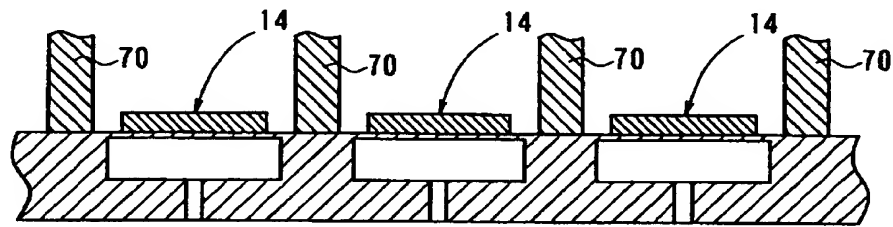


FIG. 28B

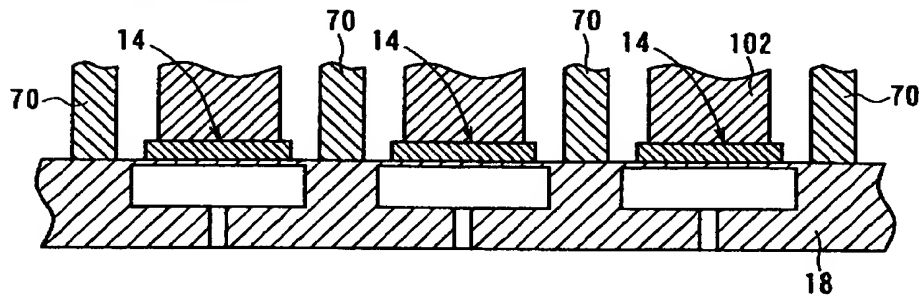
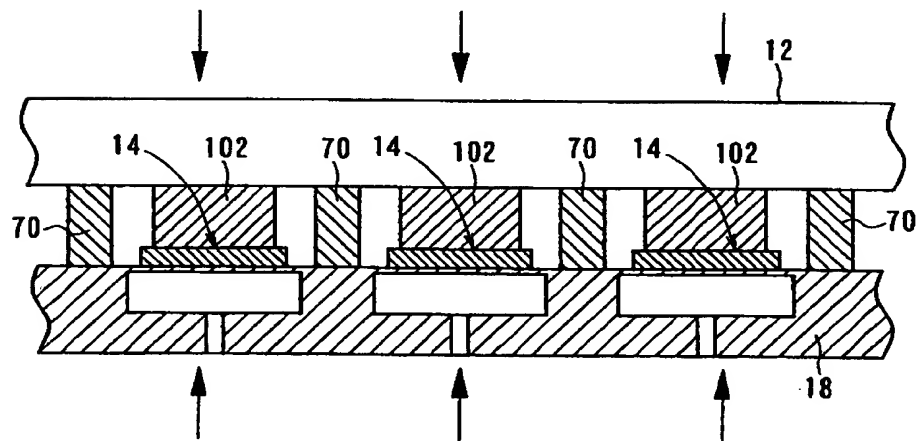
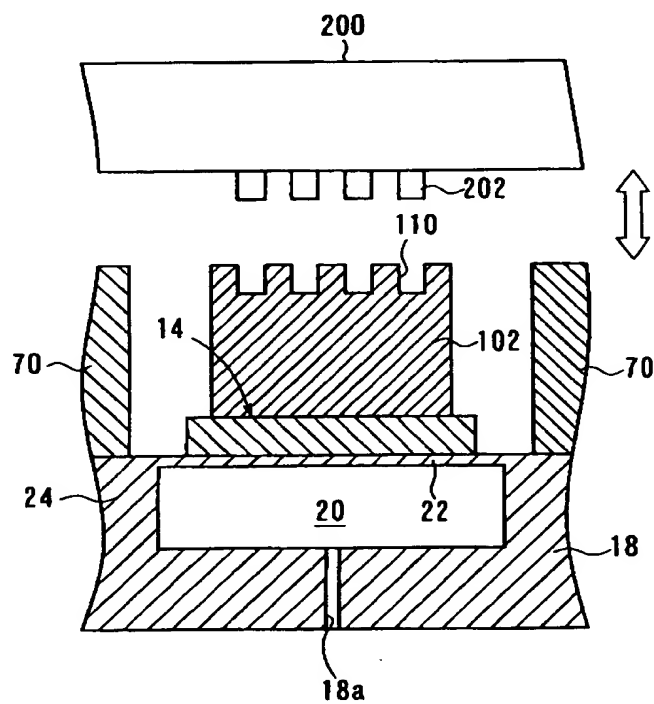


FIG. 28C



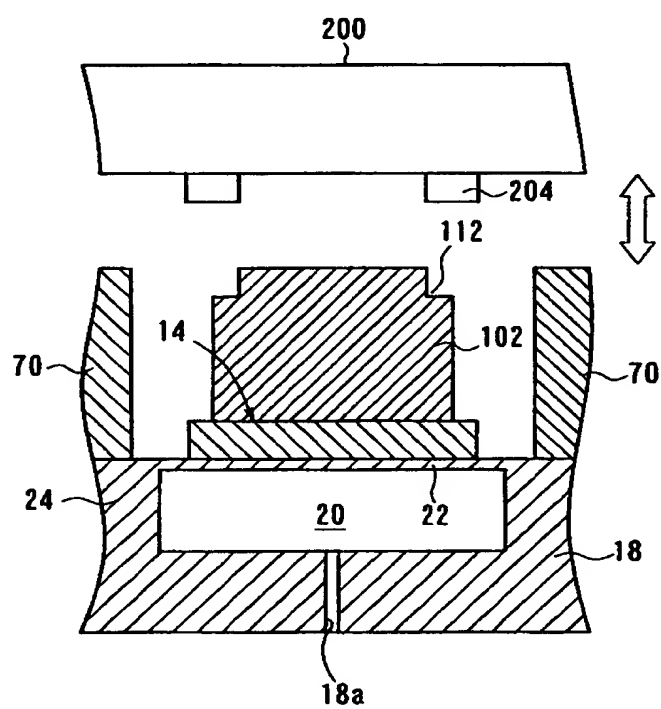
【図 29】

FIG. 29



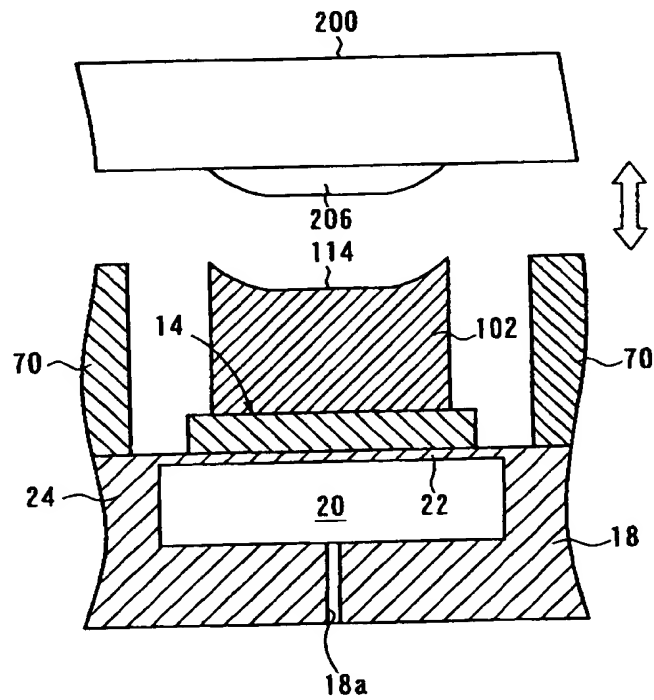
【図 30】

FIG. 30



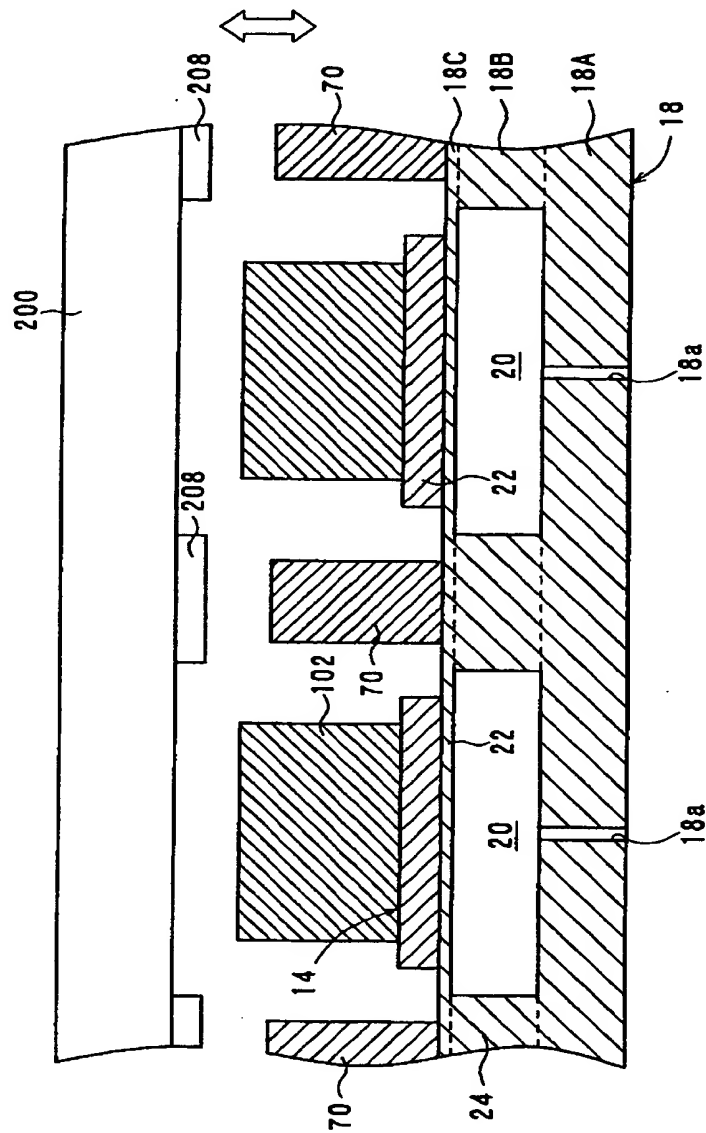
【図 31】

FIG. 31



【図 32】

FIG. 32



【図 33】

FIG. 33A

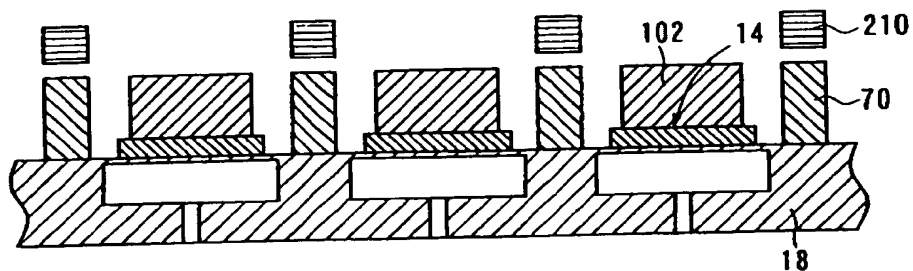
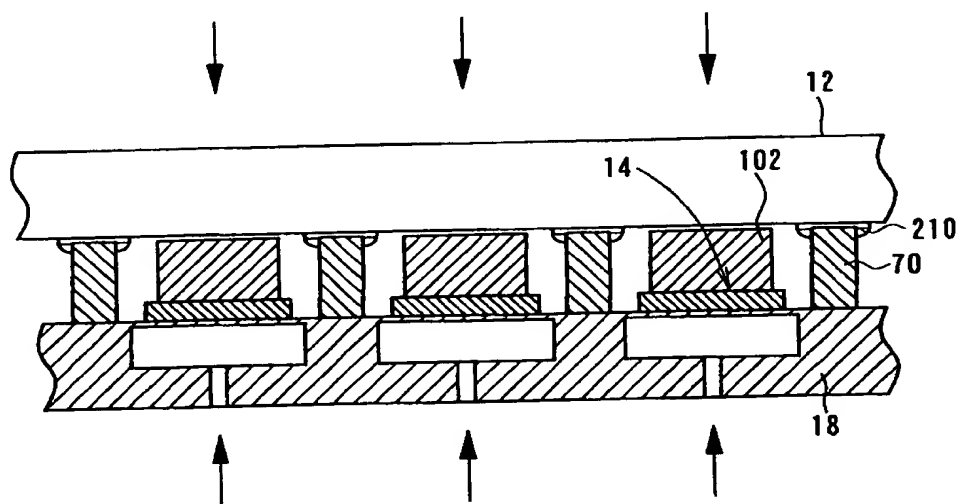


FIG. 33B



【図 34】

FIG. 34A

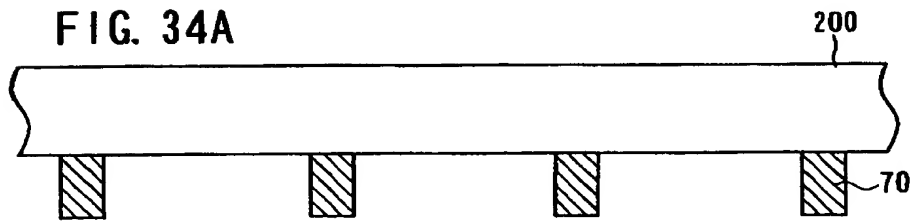


FIG. 34B

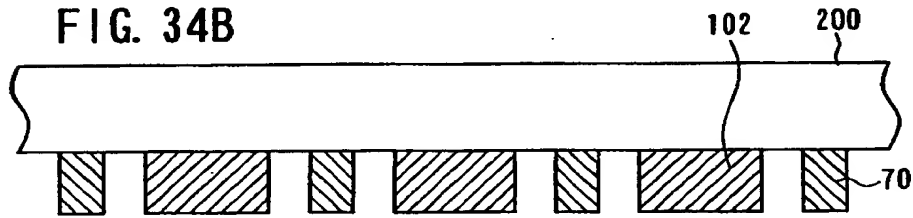


FIG. 34C

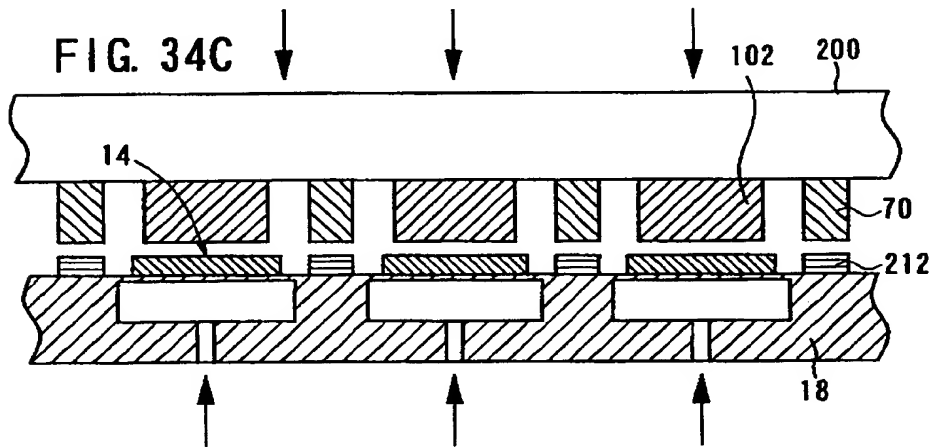
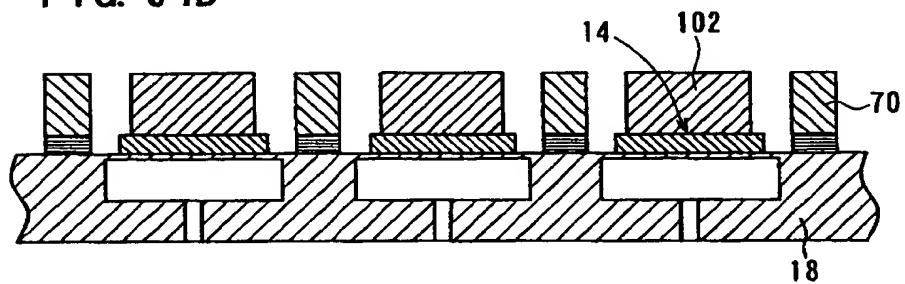


FIG. 34D



【圖 3 5】

FIG. 35A

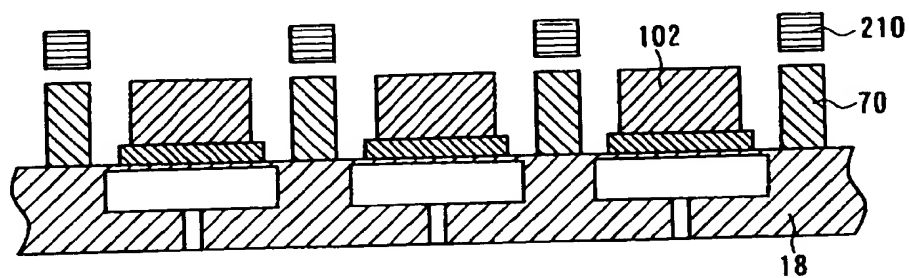
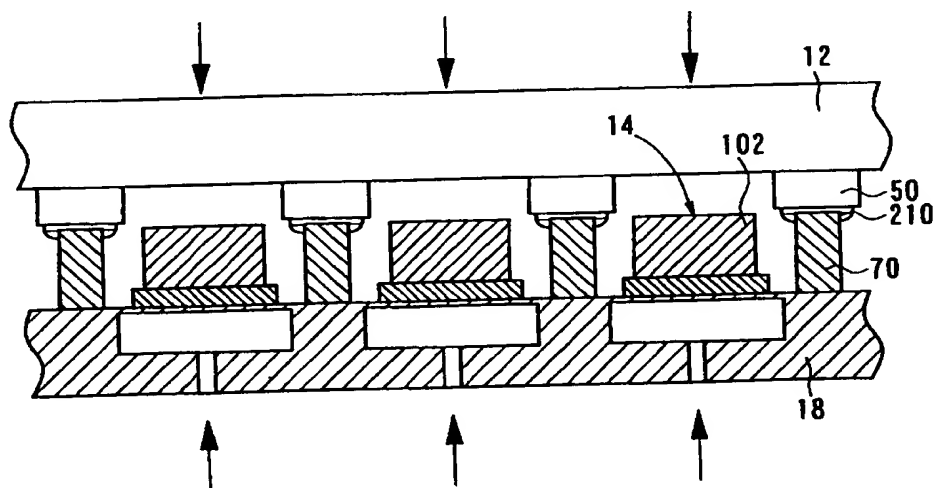
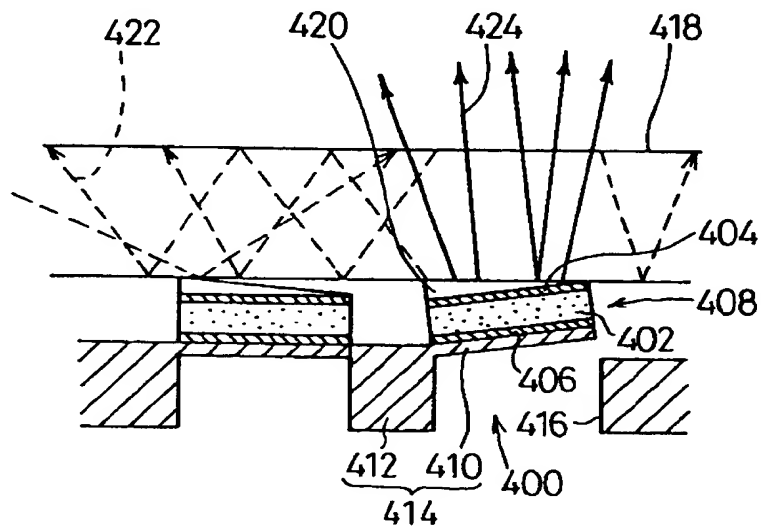


FIG. 35B



【図 36】

FIG. 36



【書類名】要約書

【要約】

【課題】光導波板と画素構成体とのギャップを容易に形成でき、かつ、全画素にわたって均一に形成できるようにする。

【解決手段】光 1 0 が導入される光導波板 1 2 と、該光導波板 1 2 の一方の板面に対向して設けられ、かつ多数の画素に対応した数のアクチュエータ部 1 4 が配列されたアクチュエータ基板 1 8 と、該アクチュエータ基板 1 8 の各アクチュエータ部 1 4 上に形成された画素構成体 1 0 2 と、光導波板 1 2 とアクチュエータ基板 1 8 との間において、画素構成体 1 0 2 以外の部分に形成された棧 7 0 とを有して構成する。

【選択図】図 1

【書類名】 職権訂正データ
 【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000004064

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

【氏名又は名称】 日本碍子株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100077665

【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木2丁目1番1号 新宿マインズ
 タワー16階 桐朋国際特許事務所

【氏名又は名称】 千葉 剛宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100077805

【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木2丁目1番1号 新宿マインズ
 タワー16階 桐朋国際特許事務所

【氏名又は名称】 佐藤 辰彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004064]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

氏 名 日本碍子株式会社

